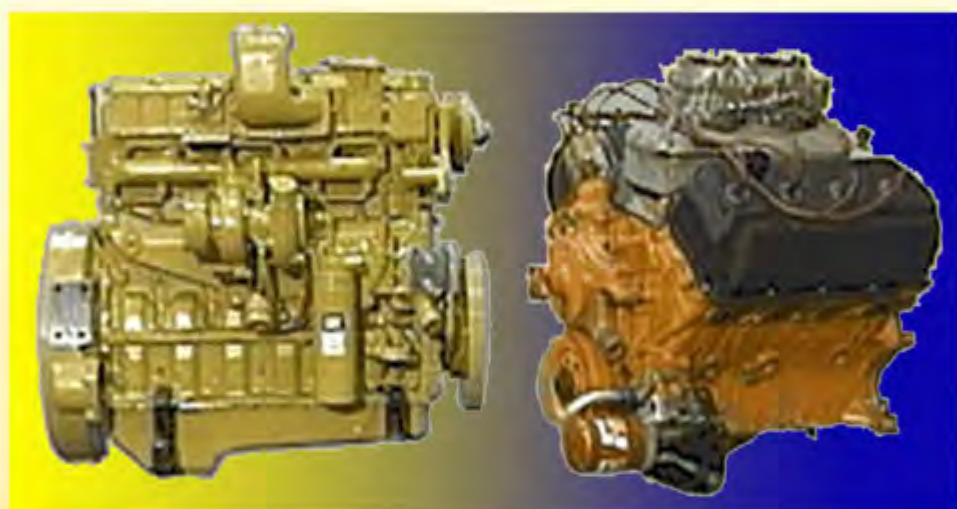
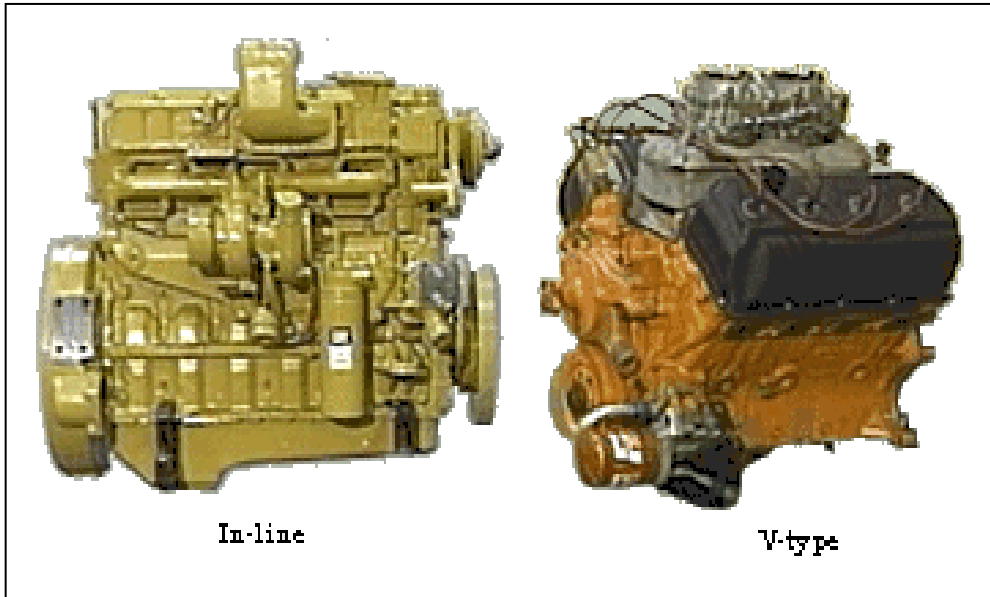
PERAWATAN ENGINE DAN UNIT ALAT BERAT

SEMESTER 6

Kelas XI

PERAWATAN ENGINE DAN UNIT ALAT BERAT

OLEH

Trisno Yuwono, M.Pd

Kelas XII

Semester 2

DIREKTORAT PEMBINAAN SMK

2013

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Di dalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN

1. Informasi Material Safety

Material Safety Data Sheet (MSDS) untuk bermacam-macam material yang digunakan pada system pendingin seharusnya berada pada tempat kerja. Pekerja perlu mengerti dan mematuhi pada apa yang direkomendasikan sebelum menggunakan material apapun untuk system ini.

2. Panduan Umum Keselamatan Kerja

- Memakai pelindung kaki dan seragam kerja

- Mematuhi cara kerja yang aman di workshop
- Memakai safety glasses dan peralatan pelindung diri yang lain dan mematuhi prosedur kerja yang aman
- Menggunakan guard dan seat cover untuk melindungi unit
- Hati – hati terhadap komponen yang panas atau bergerak

3. Syarat – Syarat Khusus Safety

Peringatan

Sistem pendingin beroperasi pada kendaraan unit alatb berat maupun kendaraan ringan bisa mencapai tekanan 150 kPa (22 psi) dan temperatur kerja mencapai 110°C (230°F). Dalam hal ini memerlukan perhatian khusus ketika bekerja pada system pendingin untuk mencegah terjadinya kecelakaan.

Terutama pada engine yang menggunakan temperature controlled fans Elektrik yang mana dapat berputar tanpa adanya peringatan.

Memeriksa ketinggian coolant pada engine dalam kondisi panas, perhatian yang khusus diperlukan terutama pada saat membuka Tutupn radiator. Penurunan tekanan dalam sistim secara tiba – tiba pada engine yang sedang beroperasi pada temperatur kerja, hal ini akan menyebabkan coolant mendidih dan menimbulkan penguapan . Uap ini dapat menyebabkan luka bakar serius.

Sebelum melepas tutup radiator atau melepas komponen lainnya dari system pendingin yang panas :
Biarkan system menjadi dingin kurang lebih dua jam, atau gunakan tindakan pencegahan untuk menghindari terjadinya luka bakar.
Lindungi tangan dengan sarung tangan atau kain lap yang tebal.
Berdiri pada sebelah sisinya dan jangan membungkuk di atas radiator.
Putar dan buka tutup untuk langkah pertama (safety stop).
Tunggu tekanan turun.
Tekan radiator cap dan putar untuk melepasnya.

Beberapa radiator cap mungkin dipasang dengan sebuah tombol atau lever untuk membuang tekanan dalam sistem. Ikutilah petunjuk pada Service Manual.
Sebelum melepas hose, khususnya hose di bagian bawah, pastikan temperatur coolant tidak panas. Temperatur pada sisi luar hose akan lebih rendah daripada temperatur coolant sebenarnya sehingga perlu hati – hati dalam memeriksa temperatur hose dan coolant.

Komponen Yang Berputar

Berhati-hatilah ketika bekerja dekat dengan komponen yang berputar. WASPADALAH. Pastikan tidak memakai pakain yang robek, rantai yang terjuntai atau berambut panjang karena dapat menyebabkan tangan atau bagian tubuh yang lain terseret ke dalam komponen engine yang berputar.

4. Safety Dalam Penggunaan Coolant

- Corrosion inhibitor dan larutan antifreeze mengandung ethylene glycol dan unsur pokok pembentuknya adalah toxic.
- Untuk mempertimbangkan penanganan yang aman untuk larutan ini, berikut ini tindakan pencegahan yang perlu diperhatikan :
  - Jagalah ventilasi yang cukup dan jangan menghirup uap.
  - Penghalang tidak boleh berada di dalam. Jangan letakkan hose pada mulut anda ketika sedang menuangkan dan mulai menyedot atau mulai menghirup atau menuang coolant menggunakan jari anda dan air diisikan ke hose.
  - Jika terjadi percikan ke kulit, bersihkan segera.
  - Jika pakaian terpercik, gantilah dan cucilah sebelum digunakan kembali.
  - Jangan menumpahkan coolant pada cat kendaraan, cucilah dengan segera dengan menggunakan air.
  - Cegahlah tertumpahnya inhibitor atau larutan antifreeze ketika sedang memperbaiki system pendingin dengan mengurasnya ke dalam sebuah wadah yang bersih.

Pembuangan Coolant

Coolant tidak boleh dibuang ke dalam laut atau selokan karena coolant mengandung racun yang berbahaya untuk laut dan tumbuhan. Coolant ditampung dan melalui proses pengolahan limbah sebelum dibuang. Mengacu pada peraturan pemerintah tentang prosedur pembuangan limbah.

Latihan penanganan

Coba lakukan percobaan dan amati apa yang terjadi jika air pendingin yang mengandung inhibitor dan antifreeze (coolant) disiramkan pada tanaman percobaan. Buat laporan dan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing.

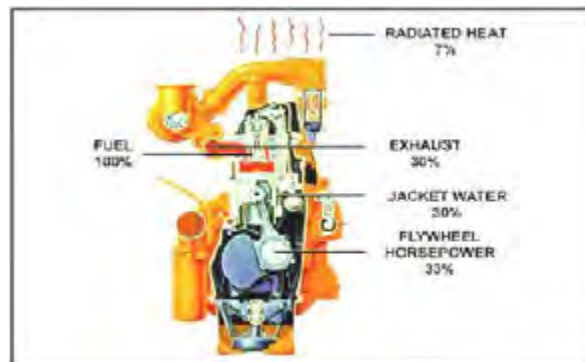
TUJUAN SISTEM PENDINGIN

Di dalam engine terjadi proses pembakaran bahan bakar untuk menghasilkan tenaga dan dalam proses pembakaran tersebut juga menghasilkan temperature yang sangat tinggi di dalam ruang bakar. Temperatur di dalam engine perlu dikontrol agar tidak melebihi batasan temperatur kerja untuk memaksimalkan efisiensi pembakaran bahan bakar dan memastikan tingkat temperatur dijaga agar tidak menyebabkan kerusakan terhadap komponen. Ketika engine beroperasi pada kondisi belum mencapai temperatur kerja (dingin) akan terjadi keausan lebih cepat pada komponen – komponen tertentu.

Pada Engine diesel sangat bergantung pada perawatan sistem pendingin yang baik sehingga engine dapat mencapai temperatur kerja dengan cepat dan juga dapat menjaga temperatur kerja tetap konstan sehubungan dengan beban yang diterima oleh engine.

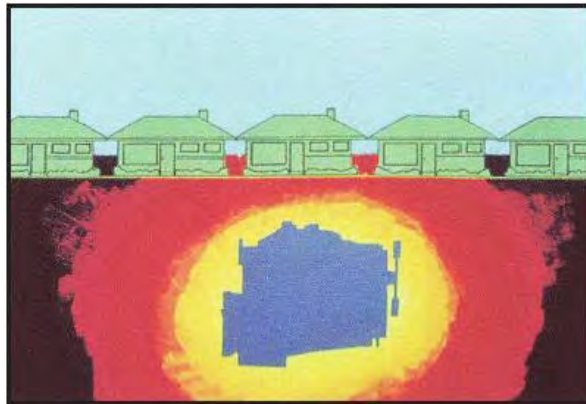
1. Perlunya Sistem Pendingin

Pada proses pembakaran udara dan bahan bakar di dalam ruang bakar akan menghasilkan panas dengan temperatur yang sangat tinggi. Panas tersebut akan diserap oleh dinding cylinder, cylinder head dan piston. Oleh sebab itu sistem pendingin harus mampu menjaga temperatur kerja sehingga komponen – komponen tersebut tidak menerima panas yang berlebihan (overheat).

Sistem pendingin tidak hanya berfungsi untuk melindungi komponen – komponen engine tetapi juga menjaga kondisi oli yang dipakai pada sistem pelumasan bisa tetap pada kondisi temperatur kerja sehingga pelumasan terhadap komponen – komponen engine tetap terjaga. Sistem pendingin yang menyerap terlalu banyak panas juga tidak baik karena akan menurunkan thermal efficiency dari engine serta menurunkan energi yang dihasilkan.

Gambar 1 Heat

Pada diesel engine (Gambar 1) heat yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar sekitar 33% diubah menjadi energi sedangkan sisanya

dibuang dengan beberapa cara yaitu: 30% heat dibuang melalui gas buang, 30% diserap oleh system pendingin dan 7% diradiasikan dari engine ke udara sekitar.

Pada beberapa engine menggunakan system pendingin dengan media udara tetapi sebagian besar engine menggunakan media cairan (liquid). Keuntungan dari media cairan (liquid) adalah pengontrolan temperatur yang bagus, tidak berisik dan dari segi manufaktur mudah dalam proses pembuatannya.

Gambar 2

Dari hasil penelitian bahwa engine diesel 200 HP yang beroperasi pada 70% dari beban penuh dapat menghasilkan panas yang cukup untuk membuat hangat sebuah rumah dengan 5 ruangan yang memiliki kondisi temperatur ruang sekitar rumah tersebut yang nilainya di bawah titik temperatur beku. Gambar 2.

2. Panas dan Suhu

Panas adalah sebuah bentuk energi, dimana panas tersebut dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder engine.

Istilah panas dan temperatur adalah berbeda. Panas adalah bentuk energi, sedangkan temperatur adalah derajat nilai suatu panas. Panas di umpamakan sebagai nilai temperatur yang berada di atas temperatur atmosfer normal dan dingin adalah ketika nilai temperatur berada di bawah temperatur atmosfir.

Panas adalah daya molekul yang bekerja dalam objek dan temperatur adalah satuan dari daya molekul. Panas akan bergerak dari molekul yang lebih aktif ke molekul yang kurang aktif, atau dari komponen yang lebih panas ke komponen yang lebih dingin.

3. Pengaruh Panas

Ketika panas diserap oleh sebuah bahan/komponen akan menyebabkan hal – hal sebagai berikut:

1. Perubahan warna.
2. Perubahan bentuk.
3. Perubahan volume.

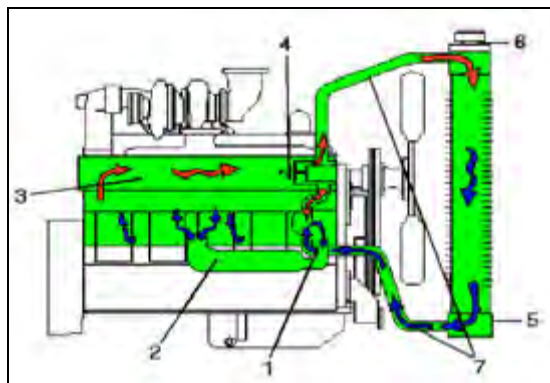
Latihan

Coba lakukan percobaan dan amati apa yang terjadi jika sebuah logam dipanaskan, dan kemudian didinginkan secara tiba-tiba dengan air. Buatlah laporan dan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing

KOMPONEN SISTEM PENDINGIN

Komponen utama pada system pendingin yang menggunakan media air yaitu:

- Jacket water di sekitar sampai dengan bagian atas engine
- Water temperatur regulator (thermostat)
- Radiator (atau heat exchanger yang menggunakan media air laut untuk mentrasfer panas ke udara sekitar)
- Pressure cap
- Water pump untuk mensirkulasikan coolant
- Hose

Pada beberapa Engine yang menggunakan komponen lain sebagai tambahan yang didinginkan seperti aftercooler, oil cooler, hydraulic oil cooler ataupun transmission oil cooler, dimana hal tersebut untuk meningkatkan performa kinerja Engine. Beberapa aplikasi engine yang tetap (diam) seperti genset, Kapal laut (Marine Engine) ataupun engine yang digunakan untuk menggerakkan pompa, semuanya memiliki sistim pendingin engine yang berbeda dengan unit yang bergerak, yaitu dengan heat exchanger sebagai pengganti radiator.

Gambar 3. Komponen system pendingin

Gambar 3. memperlihatkan komponen-komponen system pendingin dan skema aliran coolant di dalam system pendingin.

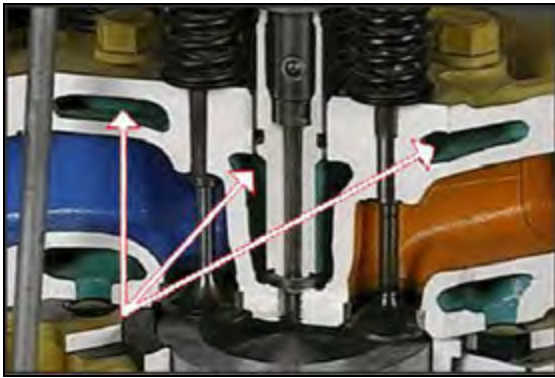
Water pump (1) menghasilkan aliran (flow) di dalam system pendingin. Water pump menghisap coolant yang lebih dingin dari bagian bawah radiator (5) kemudian mengalirkannya ke seluruh system. Pada sebagian besar high performance diesel engine dilengkapi dengan sebuah engine oil cooler (2) dimana coolant akan dialirkan melalui oil cooler dan kemudian ke cylinder block (3).

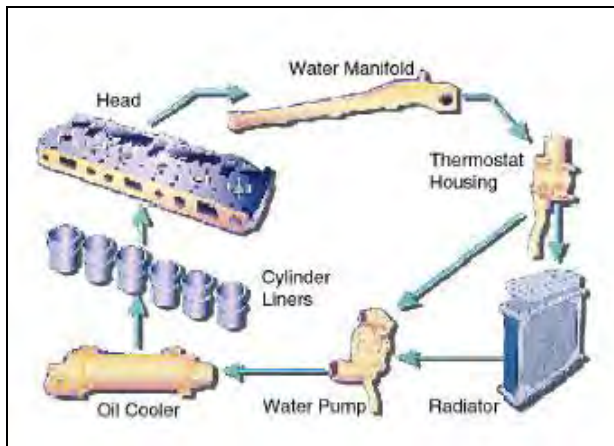
Water temperatur regulator atau thermostat (4) mengatur aliran coolant menuju radiator. Saat engine dalam kondisi dingin, thermostat menutup aliran air menuju radiator (5) dimana terpasang pressure cap (6) untuk mengatur tekanan di dalam system pendingin dan coolant dari engine akan dialirkan menuju water pump melalui bypass tube lalu kembali ke engine. Ini akan membantu agar engine dapat mencapai suhu kerja dengan cepat.

Saat engine panas, thermostat akan mengalirkan air menuju radiator untuk didinginkan sebelum memasuki engine. Thermostat tidak secara penuh membuka atau menutup, tetapi berada dalam posisi keduanya untuk mempertahankan agar suhu engine tetap konstan. Suhu engine yang tepat sangatlah penting.

Engine yang terlalu dingin tidak akan bekerja menghasilkan suhu yang cukup tinggi untuk mendapatkan pembakaran yang effisien dan akan menyebabkan munculnya endapan pada sistem pelumasan engine. Engine yang terlalu panas akan menyebabkan engine panas (overheat) dan menyebabkan kerusakan yang serius pada engine. Hose (7) digunakan sebagai saluran penghubung yang fleksibel dari radiator dengan engine.

Gambar 4. Jacket water

Pandangan potongan dari engine block (Gambar 4) memperlihatkan saluran bagian dalam dari system pendingin yang disebut jacket water sebagai saluran untuk mendinginkan cylinder liner.

Gambar 5 Saluran pada cylinder head

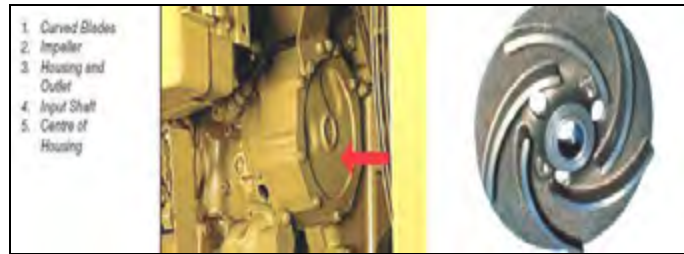
Gambar 5 menunjukkan saluran di dalam cylinder head sebagai saluran untuk mendinginkan komponen – komponen cylinder head seperti injector dan valve.

Gambar 6 Aliran coolant

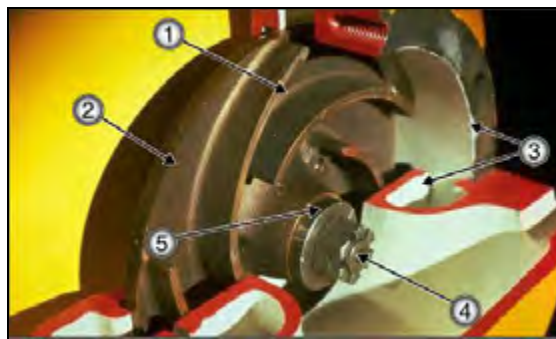
Gambar 6 memperlihatkan aliran coolant yang dialirkan melewati oil cooler menuju cylinder block. Coolant dialirkan di sekeliling dinding liner menuju cylinder head kemudian aliran coolant akan dialirkan ke saluran valve dan saluran gas buang (exhaust) di dalam cylinder head menuju water outlet housing pada cylinder head.

Temperatur dari coolant dikontrol oleh thermostat. Jika temperatur coolant di dalam engine masih rendah, thermostat tertutup dan mengarahkan sebagian coolant kembali menuju bagian saluran bypass ke water pump.

Temperatur engine block akan naik dengan cepat karena coolant yang dialirkan tidak dingin. Ketika temperatur coolant mencapai suhu settingan pembukaan thermostat, maka thermostat akan terbuka dan mengalirkan coolant ke radiator sehingga coolant dapat didinginkan. Ini merupakan proses yang terus menerus dan membantu dalam

menjaga temperatur kerja serta dapat juga untuk mempercepat tercapainya temperatur kerja engine .

1. Water Pump

Gambar7. Water pump

Water pump yang terpasang pada diesel engine adalah jenis centrifugal pump (Gambar 7 kiri). Impeller berbentuk kipas yang akan menghasilkan area bertekanan rendah pada bagian tengan hub ketika impeller berputar (Gambar 7 kanan).

Gambar 8

1. Curved blade
2. Impeller
3. Housing and outlet
4. Input shaft
5. centre of housing

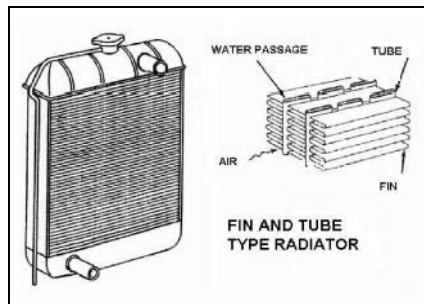
Water pump (Gambar 8) biasanya terpasang pada bagian depan dari cylinder block. Water pump terdiri dari sebuah housing dengan saluran inlet dan outlet

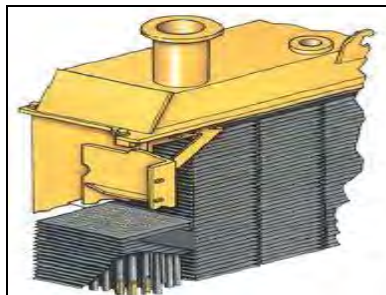
Ketika impeller berputar, coolant terhisap masuk ke bagian inlet dari pompa (pada bagian tengah shaft (4) dari pompa), menuju blade (1) dan terlempar keluar oleh gaya sentrifugal (3) dan didorong menuju outlet pompa (3) kemudian menuju cylinder block.

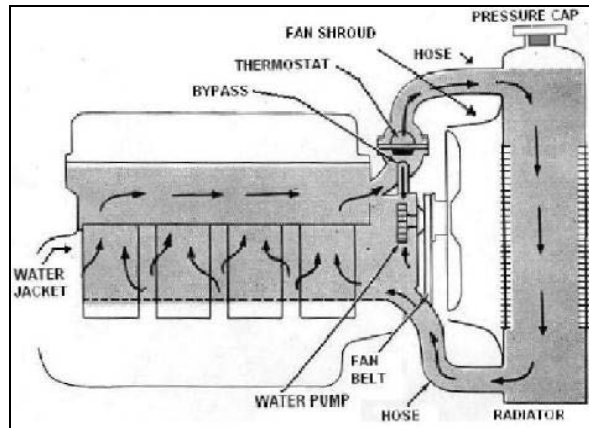
Saluran inlet pompa terhubung dengan sebuah hose ke bagian bawah dari radiator,

dan coolant dari radiator masuk menuju pompa menggantikan coolant yang didorong ke sisi outlet. Shaft yang mengikat impeller menggunakan bearing. Oleh karena itu shaft tersebut membutuhkan pelumasan oli engine. Drive shaft mungkin terpasang dengan Vee Belt atau secara langsung digerakkan oleh timing gear.

Sebuah spring loaded khusus, carbon faced seal (terpasang antara impeller dan housing) digunakan untuk mencegah coolant bocor. Water pump memiliki sebuah lubang pada shaft housing (secara umum pada bagian belakang pompa) yang membiarkan kebocoran coolant mengalir ke bagian luar jika carbon face seal rusak.

2. Radiator

Gambar 9

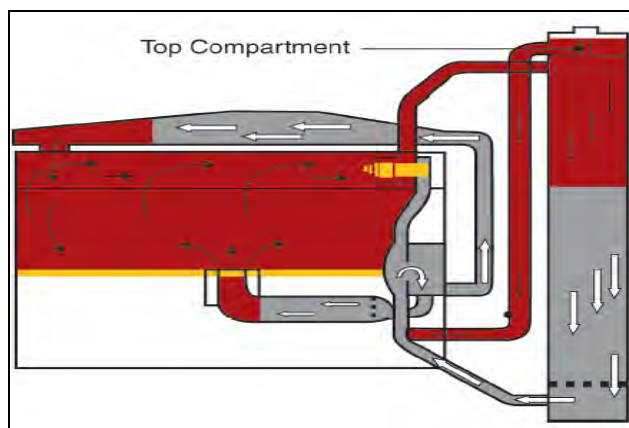
Radiator terdiri dari dua buah tanki yang di dalamnya dilengkapi dengan core. Core terdiri dari pipa sebagai saluran coolant ketika mengalir melalui radiator untuk didinginkan (Gambar 9).

Gambar 10.

Pada sekitar bagian core pada radiator dilengkapi dengan sirip – sirip (fins). Berdasarkan rancangannya ada dua jenis core yaitu: core dengan center fin (Gambar 10.) dan core dengan horizontal fin (Gambar 10). Sebagian besar untuk aplikasi alat - alat berat menggunakan jenis radiator dengan horizontal fin. Fin berfungsi agar proses perpindahan panas lebih bagus. Udara yang dihembuskan karena pergerakan machine atau dihembuskan oleh kipas akan melewati pipa (tube) dan sirip (fin) akan menyerap panas dari coolant. Proses perpindahan panas coolant pada radiator sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara yang melewati pipa (tube) dan sirip (fin) yang ada pada radiator.

Gambar 11 Aliran coolant

Aliran Coolant

Pada gambar 11 di atas menunjukkan komponen – komponen dasar dan aliran coolant pada system pendingin. Thermostat berfungsi untuk mengatur aliran coolant yang akan mengalir ke radiator atau ke bypass valve.

Ketika temperatur coolant belum mencapai temperatur kerja operasi engine , thermostat akan akan mengalirkan coolant ke saluran bypass dan menutup aliran coolant yang menuju radiator. Ketika temperatur kerja operasi telah tercapai maka thermostat akan mengalirkan coolant ke radiator. Hal ini membuat coolant engine yang panas dialirkan melewati radiator, akan didinginkan.

Selama engine beroperasi, udara dapat masuk ke system pendingin jika coolant level terlalu rendah atau bila terjadi aliran turbulensi pada system akibat dari seal water pump yang aus, clamp hose yang kendor pada sisi low pressure dari system atau karena kesalahan prosedur pada saat pengisian coolant ke sistem. Udara yang terjebak dapat menyebabkan panas yang berlebihan (overheat) pada ruang bakar sehingga dapat menyebabkan kerusakan atau crack pada cylinder head.

Gambar 12 Shunt line

Engine yang terpasang pada machine untuk transportasi darat umumnya menggunakan system pendingin jenis –shunt" (Gambar 12).

Sistem pendingin jenis ini cara kerjanya sama saja dengan jenis yang menggunakan radiator, tetapi pada jenis –shunt" memiliki tambahan ruang pada bagian atas radiator yaitu sebuah tube shunt yang menghubungkan ruang bagian atas radiator dengan saluran inlet pompa.

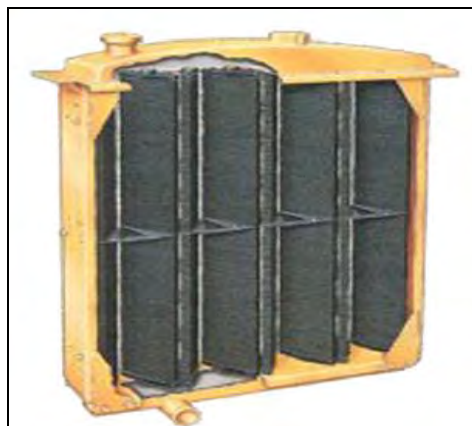
Saluran ini berfungsi untuk menjaga agar pada saluran inlet pompa tidak kekurangan aliran coolant jika terjadi perubahan rpm engine yang tiba – tiba pada saat perpindahan gigi (downshift). Tanpa saluran shunt, pompa dapat menghisap negative pressure selama perpindahan gigi (downshift) sehingga dapat mengakibatkan timbulnya kavitasi.

Radiator yang terpasang pada vehicle yang bergerak didesain untuk menghasilkan perpindahan panas yang optimal pada ambient temperatur maksimum yang ditentukan dan dapat tahan lama.

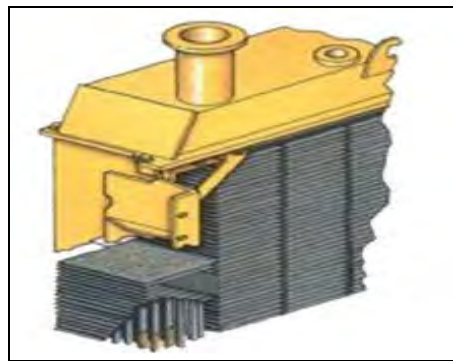
Beberapa syarat desain untuk radiator alat berat adalah:

- Sudut dan kemiringan tube untuk memaksimalkan perpindahan panas sampai hambatan udara yang terendah.
- Bentuk rancangan fin dan tube yang dirancang untuk memaksimalkan perpindahan panas ke fin.
- Konstruksi yang kuat dari tube header solder joint untuk perlindungan terhadap beban berat dan tekanan yang terjadi pada system pendingin sehingga dapat mencegah terjadinya retak (crack) dan bocor agar life time dari radiator lebih lama.

Selain conventional radiator, terdapat tiga jenis rancangan (design) radiator Caterpillar yang berbeda untuk digunakan pada Caterpillar Earthmoving Machine.

Folded Core

Gambar 13 Folded core radiator

Folded core radiator (Gambar 13) adalah radiator dengan design praktis dimana core dapat diganti secara individu. Hal ini berguna jika core rusak karena benturan dari luar dan juga memungkinkan radiator untuk diperbaiki bukan pada tempat yang khusus (sebagai contoh tidak perlu penyolderan). Core assembly disekat antara tanki bagian atas dan tanki bagian bawah.

Core-core menyudut untuk menaikkan surface area dan mengurangi kemungkinan saluran tersumbat. Kelebihan dari folded core radiator adalah kerapatan fin yang sangat tinggi sampai 35 fin per 25 mm dibandingkan dengan yang standar kira-kira 9 fin per 25 mm. Tetapi pada beberapa aplikasi earthmoving, jarak fin yang terlalu rapat menjadi penyebab utama tersumbatnya saluran untuk pendinginan radiator dan susah untuk dibersihkan.

Gambar 14 Improved Multiple Row Module (IMRM)

Improved Multiple Row Module (IMRM)

Radiator Improved Multiple Row Module (IMRM) seperti terlihat pada Gambar 14 merupakan pengembangan (improvement) design radiator, didesain untuk mengatasi situasi dimana aplikasi machine berpotensi mengalami penyumbatan jika menggunakan folded core radiator.

IMRM memiliki kerapatan fin yang tidak terlalu rapat seperti pada folded core radiator, sehingga lebih memudahkan aliran udara melewati core pada radiator. Desain ini membuat IMRM radiator lebih tahan terhadap plugging karena kotoran lembut, serabut, atau debu halus. Schedule untuk waktu pembersihan lebih lama.

Kelebihan dari radiator jenis IMRM adalah desainnya yang sangat mudah untuk diperbaiki dibandingkan dengan folded core radiator. Core assembly yang terpisah (independent) memungkinkan untuk diganti hanya bila terjadi kerusakan yang parah dan waktu penggantian serta biaya lebih effisien jika dibandingkan penggantian semua core.

Advanced Modular Cooling System (AMOCS)

Gambar 15 AMOCS radiator

AMOCS radiator (Gambar 15) adalah sebuah desain yang unik yang dapat dijumpai pada berbagai jenis machine zaman sekarang. AMOCS merupakan singkatan dari Advanced Modular Cooling System.

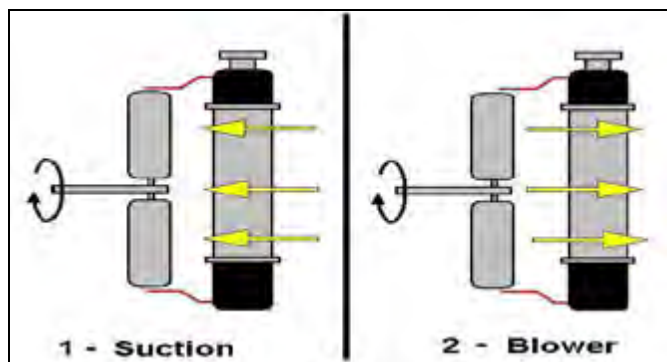
AMOCS menggunakan dua jalur system pendingin dan meningkatkan kapasitas permukaan untuk pendinginan yang lebih baik daripada conventional radiator. System ini diaplikasikan untuk bekerja pada kondisi temperatur udara sekitar yang lebih tinggi dengan surface area yang lebih kecil.

Dua jalur system pendingin mensirkulasikan coolant dari saluran hisap di bagian bawah tangki, ke atas melalui bagian depan dari elemen pendingin radiator. Kemudian coolant mengalir ke bawah lagi melalui bagian belakang dari elemen pendingin radiator kemudian coolant dialirkan dari bagian bawah tanki menuju water pump. Seperti pada rancangan jenis folded core dan IMRM, konstruksi AMOCS radiator adalah jenis modular.

Hose

Hose radiator menghubungkan water pump dan engine block (umumnya pada thermostat housing). Fungsinya adalah sebagai saluran penghubung aliran (flow) coolant yang akan ke radiator dan yang akan mengalir dari radiator ke water pump.

Bentuk dari hose dan sambungan lain biasanya identik dengan kondisinya. Jika sebuah hose yang lunak dan kenyal serta mudah melipat ketika ditekan, hal ini mengindikasikan bahwa hose mengalami kerusakan pada bagian dalam dan harus diganti. Jika sebuah hose yang keras dan tidak fleksibel lagi sebagai akibat dari panas, hose harus diganti. Beberapa hose mempunyai penguat pada bagian dalamnya (spring) untuk mencegah hose terlipat ketika temperatur di dalam system pendingin turun (drop). Clamp hose harus diperiksa secara berkala dari kebocoran atau kekencangan pengikatannya.

Cooling Fan

Gambar 16 Tipe fan

Kipas (fan) yang terpasang pada machine ada dua tipe yaitu conventional suction fan atau blower type fan (Gambar 16). Pada tipe Suction fan (1) udara luar akan dihisap dan aliran udara akan melewati fin dan core yang ada pada radiator, terhembus ke engine dan exhaust melalui sisi ruangan pada bagian belakang atau bagian bawah machine.

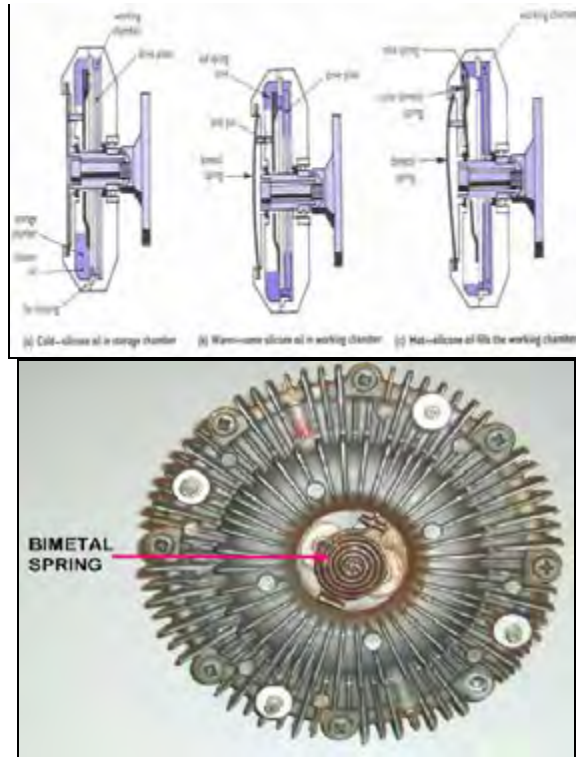
Blower type fan (2) beroperasi dengan cara yang berbeda yaitu dengan cara udara yang di hisap dari bagian belakang kipas dihembuskan melewati engine kemudian melalui radiator untuk mendinginkan coolant di dalam radiator. Blower type fan digunakan pada machine yang beroperasi pada daerah operasi yang sangat berdebu, contoh: track type tractor yang bekerja pada tempat pembuangan akhir. Blower type fan juga berfungsi untuk membantu mengurangi kemungkinan tersumbatnya radiator dan kerusakan core akibat pengikisan.

Vehicle pada aplikasi jalan raya umumnya menggunakan conventional suction type fan karena kecepatan gerak vehicle dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan aliran udara yang melewati radiator.

Tidak direkomendasikan menggunakan Blower type fan yang hanya dirubah posisi pemasangannya sehingga diharapkan dapat menjadi suction fan karena pitch dari blade akan berbeda dan tidak sama dengan tipe suction fan yang sebenarnya. Jika hal ini dilakukan dapat mengakibatkan menurunnya kapasitas aliran udara.

Umumnya fan yang dipakai pada alat berat bahannya terbuat dari baja (steel) tetapi ada beberapa jenis fan yang menggunakan bahan plastik. Dengan bahan plastik keuntungannya adalah karena bahannya ringan sehingga blade menjadi fleksibel pada putaran kecepatan tinggi. Dan hal ini juga akan mengurangi tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan fan. Penggunaan fan dengan bahan plastik juga meningkatkan umur dari drive belt dan bearing serta suara atau tingkat kebisingan yang ditimbulkan tidak terlalu tinggi.
Dari segi jenis putaran fan umumnya adalah jenis fixed drive yaitu beroperasi secara terus menerus (continuously). Tetapi ada juga pada beberapa aplikasi ada yang menggunakan variable speed fan drive dimana fan akan berputar sesuai dengan

kapasitas pendinginan sehingga tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakan fan dapat tidak selalu sama pada setiap kondisi. Fan ini dikontrol dengan referensi informasi input dari temperatur coolant dan efisiensi tenaga untuk menggerakkan fan lebih baik jika dibandingkan dengan jenis fix fan drive.

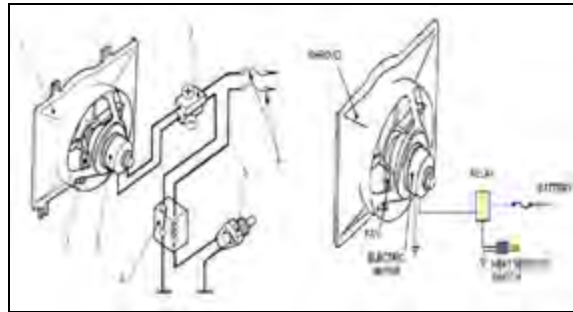
Viscous Drive

Gambar 17 Viscous drive

Salah satu contoh berikut adalah variable fan drive yang menggunakan viscous yaitu temperatur sensitive coupling yang didalammya terdapat silicon oil (Gambar 17). Saat temperatur coolant pada radiator meningkat maka temperatur udara yang melalui radiator dan fan hub juga akan meningkat. Hal ini mengakibatkan temperatur sensitive valve (Bimetallic strip) akan membuka (distort) sehingga silicon oil dapat mengalir ke drive hub.

Hal ini menghasilkan friction pada hub sehingga menyebabkan fan drive disc berputar. Kecepatan putaran fan tergantung dari jumlah oli yang mengalir ke dalam hub.

Semakin tinggi kecepatan fan maka panas coolant semakin menurun sehingga panas yang di serap oleh aliran udara juga turun, hal ini akan menyebabkan temperatur sensitive valve menutup ke arah depan sehingga kecepatan fan berkurang.

Pada saat engine sedang warming up (pemanasan) atau kondisi udara sekitar dingin maka kecepatan fan akan dikurangi sehingga dapat menghemat tenaga yang dikeluarkan engine untuk memutar fan.

Electric Fan

Gambar 18 Electric fan

1. Fan Shroud
2. Fan
3. Motor
4. Relay
5. Fan Switch
6. Fuses
7. Connector

Susunan rangkaian elektrik dari jenis electrical fan dan kontrolnya ditunjukkan pada Gambar 18. Pada beberapa aplikasi sebuah single fan di pasang di belakang radiator tetapi ada juga yang memakai dua fan yaitu dipasang pada bagian depan dan bagian belakang radiator. Rangkaian terbagi menjadi dua rangkaian elektrik yaitu fan switch circuit dan fan circuit yang terdiri dari fan motor dan fan relay.

Cara kerja

Motor fan dikontrol oleh fan relay (4) dan relay akan dikontrol oleh fan switch (5) yang terpasang pada thermostat housing. Switch ini merupakan heat-sensitive switch yang cara kerjanya adalah ketika temperatur sekitar 100ºC switch akan tertutup (closed) dan jika temperatur kurang dari 100ºC maka switch akan terbuka (open). Switch ini berjenis normally open.

Temperatur sensor tidak akan mengaktifkan relay jika temperatur coolant kurang dari 100°C sehingga arus dari battery tidak mengalir ke fan motor sehingga fan tidak akan berputar, hal ini akan menghemat tenaga engine. Temperatur sensor akan mengaktifkan relay jika temperatur coolant lebih dari 100°C sehingga arus dari battery dapat mengalir ke fan motor sehingga fan akan berputar dan mengalirkan udara ke radiator untuk pendinginan.

Hydraulic Motor

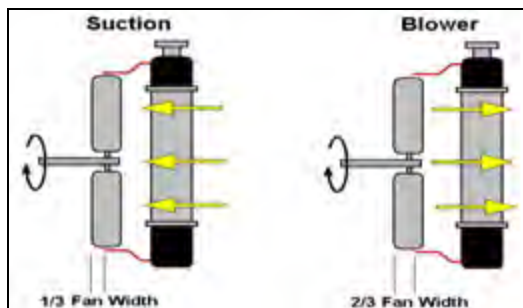
Gambar 19 Hydraulic motor

Jenis yang lain adalah fan yang menggunakan penggerak hydraulic motor yang dikontrol dengan sebuah thermostatic valve. Fan akan di putar ketika coolant telah mencapai temperatur yang ditentukan. Ketika Thermostatic valve aktif maka oli akan di alirkan untuk menggerakan fan hydraulic motor.

Multiplate Fan Drive

Sebuah bentuk fan drive yang berbeda adalah multi plate fan clutch, di mana dihubungkan oleh tekanan spring dan menyebabkan fan berputar. Terlepasnya hubungan ke fan adalah oleh karena adanya udara bertekanan yang menekan spring keluar dari clutch plate. Tipe ini adalah ON atau OFF jenis lain.

Jenis fan drive yang menggunakan multi plate fan clutch akan aktif (engaged) oleh tekanan spring sehingga fan dapat berputar. Untuk menon-aktifkan clutch dengan cara memberi tekanan udara untuk melawan tekanan spring sehingga clutch plate tidak aktif (released). Fan
drive ini tipenya on – off.

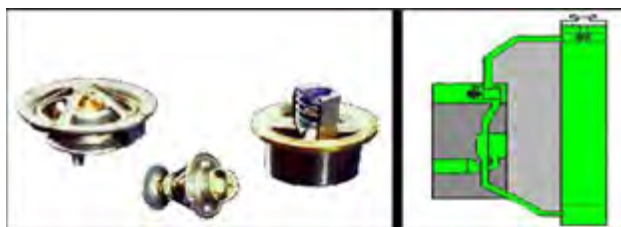
Radiator Shroud

Gambar 20

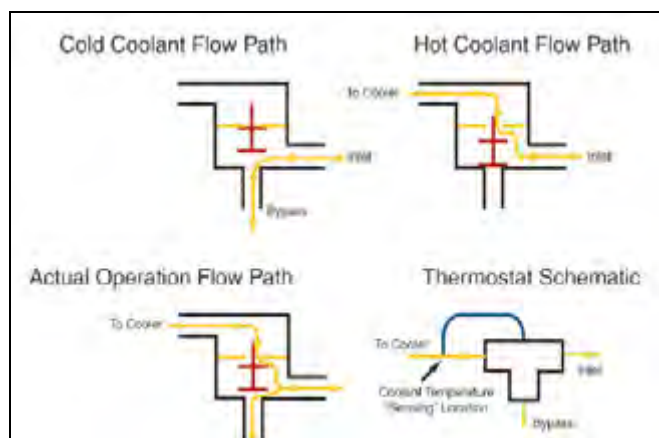
Desain fan dan radiator pada engine dengan power tinggi biasanya di lengkapi dengan sebuah pelindung (fan shroud). Fan shroud adalah pelindung yang terbuat dari logam atau plastik untuk mencegah agar udara tidak menyebar kearah luar dan juga mengarahkan aliran udara ke dalam fan. Gambar 20

Penggunaan shroud bertujuan untuk memaksimalkan jumlah udara yang dihembuskan oleh fan agar mengalir melewati radiator. Tanpa adanya shroud, udara mungkin bersirkulasi hanya pada tip dari fan blade. Posisi fan terhadap shroud sangat mempengaruhi keefektifan shroud.

Latihan

1.	Apa tujuan fan menggunakan viscos drive, lakukan pengamatan pada unit engine, buatlah laporan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing.
2.	Apa tujuann menggunakan hroud pada fan lakukan pengamatan arah angin yang dihasilkan, buat laporan dan dikusikan dengan teman dan guru pembimbing.

3. Water Temperatur Regulator /Thermostat

Gambar 21 Water temperature regulator

Water temperatur regulator atau thermostat akan mengatur aliran coolant menuju radiator. Design dari Water temperatur regulator pada setiap engine dapat berbeda – beda tetapi prinsip kerjanya sama saja .gambar 21

Gambar 22

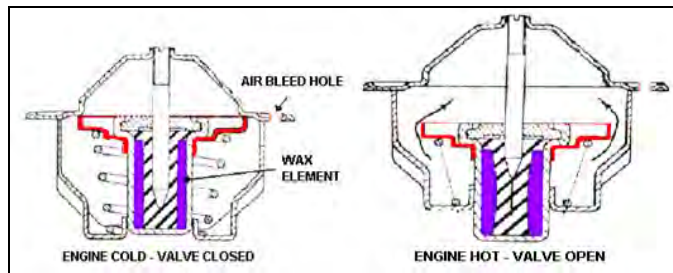
Water temperatur regulator atau thermostat akan mengatur aliran coolant menuju radiator. Saat engine dalam kondisi dingin, thermostat menutup aliran air menuju radiator dan coolant dari engine akan dialirkan menuju water pump melalui bypass tube lalu kembali ke engine . Ini akan membantu agar engine dapat mencapai suhu kerja dengan cepat.

Saat engine panas, thermostat akan mengalirkan air menuju radiator untuk didinginkan sebelum memasuki engine. Thermostat tidak secara penuh membuka atau menutup, tetapi berada dalam posisi keduanya untuk mempertahankan agar suhu engine tetap konstan. Suhu engine yang tepat sangatlah penting.

Engine yang terlalu dingin tidak akan bekerja menghasilkan suhu yang cukup tinggi untuk mendapatkan pembakaran yang effisien dan akan menyebabkan munculnya endapan pada sistem pelumasan engine, karbon dan lapisan deposit pada dinding liner serta dapat menimbulkan engine blowby. Jika temperatur terlalu rendah dapat menyebabkan timbulnya kondensasi di ruang bakar dan membentuk asam pada daerah sekitar ring piston. Engine yang terlalu panas akan menyebabkan engine panas (overheat) dan menyebabkan kerusakan yang serius pada engine.

Gambar 23Temperature pembukaan thermostat

Thermostat hanya mengontrol temperatur minimum coolant. Temperatur maksimal tergantung pada kapasitas coolant dan panas yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam ruang bakar engine. Temperatur normal coolant diantara 71°C (160°F) dan 107°C (225°F). Temperatur pembukaan dari thermostat tertera pada thermostat seperti ditunjukkan pada Gambar 23. Thermostat merupakan komponen penting untuk menjaga engine beroperasi pada temperatur kerja operasi. Jangan pernah mengoperasikan engine tanpa thermostat pada sistem pendingin karena akan aliran coolant pada sistem pendingin akan selalu mengalir ke radiator akan menyebabkan engine akan bekerja di bawah temperatur kerja operasi terlalu lama.

Cara Kerja

Gambar 24

Pada gambar 24 di atas menunjukkan Thermostat dalam kondisi terbuka (open) dan tertutup (closed). Jika temperatur meningkat, wax pellet akan memanjang dan menekan rubber diaphragm. Dengan begitu maka pin akan terdorong tetapi karena pin tersebut fixed dan tidak dapat bergerak sehingga pellet container akan bergerak ke bawah. Kondisi ini akan menggerakan valve off pada dudukannya, membuka valve dan mengijinkan coolant mengalir ke radiator. Ketika temperatur engine turun, wax pada pellet akan menyusut sehingga spring akan membuat valve menutup dan aliran coolant ke radiator akan tertutup.

Thermostat didesain untuk membuka pada temperatur tertentu. Contoh, desain thermostat pada 85°C unit akan mulai membuka antara 84°C (184°F) dan 86°C (187°F) dan akan membuka penuh pada 100°C (212°F). Desain thermostat dengan lapisan lilin (wax) dimaksudkan bahwa jika thermostat rusak maka thermostat akan tetap berada pada posisi terbuka (open). Lapisan lilin akan cenderung tetap dalam keadaan mengembang dengan demikian menjaga valve tetap terbuka (open).

Tugas latihan mangamati

Coba lakukan pengamatan kerja thermostat, dengan cara direbus dengan air, thermometer untuk mengatati temperatur air dan mistar baja untuk mengukur pembukaan thermostat.

Temperatur Indicator

Sistem pendingin memiliki sebuah temperatur gauge yang di hubungkan dengan warning light. Kenaikan temperatur yang melebihi spesifikasi harus menjadi perhatian bagi operator. Engine harus segera dimatikan kemudian lakukan pemeriksaan sebelum terjadi kerusakan pada engine.

Temperatur sensor pada radiator atau system pendingin berfungsi untuk memonitor temperatur coolant dan mengirimkan informasi untuk ditampilkan ke gauge atau warning light pada instrument panel.

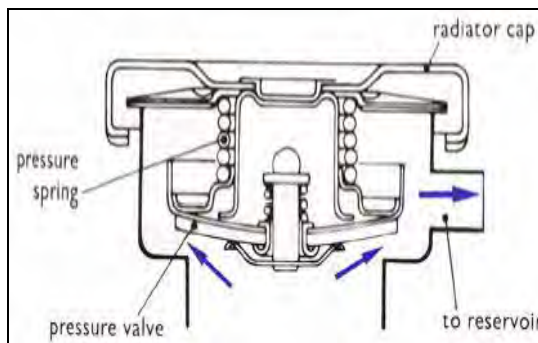
4. Radiator Pressure Cap

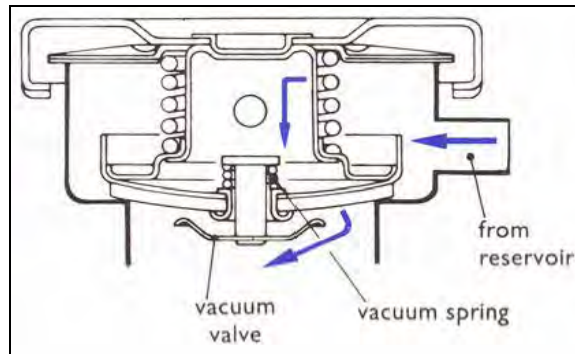
Gambar 25 Radiator pressure cap

Fungsi

Komponen sistem pendingin yang mungkin paling dilupakan adalah radiator cap (pressure cap). Pressure cap (Gambar 25) memiliki relief valve yang menjaga agar tekanan pada sistem pendingin tidak melebihi tekanan yang diinginkan. Pressure cap mempertahankan tekanan pada sistem pendingin.

Dengan menaikkan tekanan sebesar 1 psi, titik didih air akan naik sebesar 1.8^{o}C (3,25^{o}F), yang memungkinkan air tidak mendidih pada suhu 212^{o}F (100^{o}C). Umumnya radiator cap memiliki relief valve yang sanggup menahan tekanan sistem pendingin bervariasi antara 48 -165 Kpa (7 – 24 psi). Ketika temperatur coolant naik maka tekanan sistem pendingin juga akan naik karena sistem menggunakan sistem tertutup.

5. Cara Kerja Radiator Cap

Gambar 26 Cara kerja radiator cap

Didalam radiator cap terdapat pressure spring, pressure valve dan saluran ke resevoir (Gambar 26). Pada saat tekanan mencapai nilai pembukaan relief valve maka air dan udara yang bertekanan akan dibuang atau ditampung bila engine menggunakan reservoir. Proses ini berlangsung untuk mencegah tekanan yang berlebihan pada sistem pendingin.

Gambar 27

Vacuum valve pada radiator cap berfungsi untuk mencegah terjadinya kevakuman pada sistem pendingin, valve membuka ketika tekanan di sistem lebih rendah 1 Psi dibawah tekanan atmosfer dan membiarkan udara masuk ke dalam sistem atau coolant yang ditampung pada reservoir kembali masuk ke radiator.

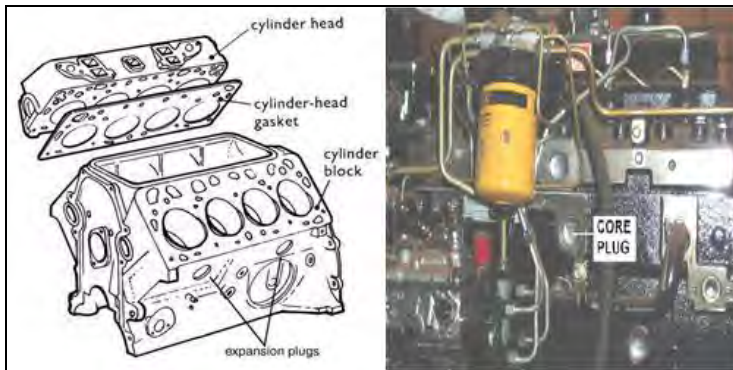
Vehicle menggunakan expansion tank (reservoir) yang dihubungkan dengan saluran ventilasi pada bagian kanan dari Gambar 27. Pada saat engine tidak dioperasikan dan sistem pendingin masih dingin maka coolant dari expansion tank akan mengalir ke dalam radiator melalui saluran yang ada pada radiator cap (Gambar 10.39).

Gambar 28 Level coolant

Level pengisian coolant harus mencapai level pada filler pipe (Gambar 28). Jika sistem pendingin dilengkapi dengan coolant recovery system (expansion tank atau reservoir) untuk pengecekan level coolant dapat dilihat pada recovery container.

Latihan

Coba lakukan percobaan dan pengujian terhadap tutup radiator (radiator cap), gunakan pressurizing pump. Amati kinearja tutup radiator, buat laporan dan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing.

6. Expansion Plug (Frost Plug)

Gambar 29 Expansion plug

Expansion plug (Gambar 29) digunakan untuk menutup lubang-lubang pengecoran (casting holes) pada block engine yang biasanya sebagai saluran coolant .

Expansion plug umumnya terbuat dari bahan alloy. Expansion plug memberi ruang jika coolant membeku pada aplikasi di daerah dingin. Pemuaian coolant pada saat panas dapat menyebabkan cylinder block mengalami retak dengan penggunaan expansion plug hal ini dapat dikurangi karena expansion plug dapat melenturkan atau menerima pemuaian dari block.

Expansion plug juga tahan terhadap korosi. Penggantian expansion plug harus dilakukan sesuai dengan prosedur dan spesifikasi pabrik, pastikan penggunaan bonding compound yang benar dan pemasangan plug dilakukan pada kedalaman yang sesuai.

Coolant Conditioner Element

Gambar 30 Coolant conditioner element

Beberapa aplikasi engine dilengkapi dengan replaceable coolant conditioner element (Gambar 30). Conditioner element terdiri dari corrosion inhibitor yang berfungsi untuk melindungi system pendingin engine.

System yang menggunakan conditioner element memerlukan initial fill element yang dilakukan pada saat pengisian system pendingin pertama kali. Selama normal service interval menggunakan maintenance element.

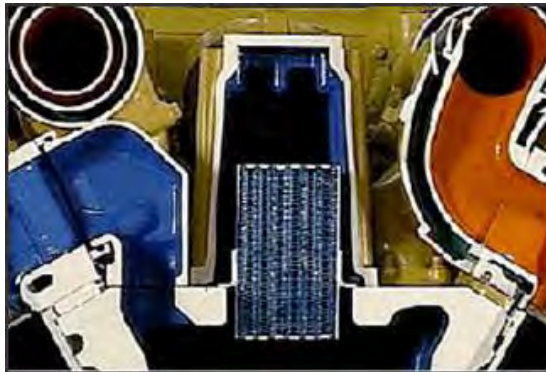
Coolant filter terdiri dari sebuah filter element dan sebuah tempat untuk larutan kimia yang akan larut ke dalam coolant selama periode waktu tertentu. Larutan kimia digunakan untuk memastikan bahwa level konsentrasi yang tepat selama periode waktu tertentu.

Filter juga berfungsi untuk menjaga kondisi acid-free dari coolant selama larutan kimia larut secara perlahan. Sebagaimana filter yang memiliki bypass, hanya sebagian kecil dari coolant bersirkulasi melalui filter, tetapi seiring dengan berjalannya waktu semua coolant pernah melalui filter.

Sebuah hose filter biasanya terpasang pada sisi yang bertekanan sebagai contoh: block dan thermostat housing, sementara yang lain berada pada sisi low pressure sebagai contoh: inlet untuk water pump.

Coolant tergantung dari pabrik pembuatnya biasanya dapat di identifikasi dengan warna seperti pink, green, atau yellow tetapi warna tersebut tidak boleh digunakan sebagai patokan tingkat konsentrasi dari coolant.

Coolant bisa saja masih berwarna cerah tetapi tingkat perlindungannya mungkin sudah tidak mencukupi.

7. After-Cooler

Gambar 31 Aftercooler

Aftercooler (Gambar 31) dipasang setelah turbocharger pada engine untuk menurunkan suhu udara yang akan memasuki ruang bakar. Ini menyebabkan kerapatan udara menjadi meningkat, sehingga jumlah udara menjadi lebih banyak dan effisiensi dan tenaga yang dihasilkan engine meningkat. Beberapa pabrik engine mengistilahkan aftercooler sebagai intercooler.

Gambar 32 Jacket water aftercooler

Berdasarkan media pendingin yang dipakai aftercooler di bagi menjadi 2 yaitu menggunakan media air dan udara. Terdapat tiga jenis system yang menggunakan aftercooler yang digunakan engine Caterpillar. Semua jenis aftercooler berfungsi sama. Aftercooler akan menyerap panas dari udara sehingga udara menjadi lebih dingin dan kerapatan udaranya menjadi meningkat.(gambar 32)

Gambar 33 Air to air aftercooler

Untuk aplikasi engine sekarang umumnya aftercooler dipasang pada bagian depan coolant radiator pada engine (Gambar 33).

Gambar 34

Sistem jacket water aftercooler memiliki core assembly yang digunakan sebagai saluran coolant untuk mendinginkan udara.
Coolant yang digunakan adalah coolant yang sama yang digunakan untuk mendinginkan engine . Coolant ini digunakan untuk mendinginkan udara yang akan memasuki ruang bakar. Coolant dari water pump mengalir melalui aftercooler core. Udara bertekanan dari turbocharger di dinginkan oleh aftercooler ini sebelum memasuki intake manifold.

Sistem aftercooler rangkaian terpisah (separate circuit aftercooler) mirip dengan sistem jacket water aftercooler dengan beberapa perbedaan yang kecil. Rangkaian pendingin udara terpisah dari sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan engine (jacket water). Jacket water bekerja untuk mendinginkan engine head, engine block, oli transmissi dan lain-lain.

Sistem separate circuit aftercooler memiliki pompa, saluran air dan pemindah panas tersendiri. Sistem ini umumnya digunakan pada aplikasi dimana proses pendinginan udara yang maksimum diperlukan. Beberapa aplikasi marine menggunakan sistem ini dengan pemindah panas (panas exchanger) yang dirancang untuk menggunakan air laut untuk sirkuit pendingin. Pada truck besar yang digunakan pada pertambangan juga menggunakan aftercooler jenis ini.

8. Engine Oil Cooler

Gambar 35 Engine oil cooler

Untuk efisiensi pelumasan, oli engine perlu untuk dijaga pada level temperatur tertentu. Temperatur oli engine tidak boleh melebihi 120°C. Sehubungan dengan adanya friksi dan beban panas yang terjadi pada oli di dalam high performance engine ,heavy duty diesel engine , oli temperatur akan naik sehingga perlu untuk didinginkan secara terus menerus agar temperatur oli sesuai dengan temperatur kerja oli. (gambar 35)

Gambar 36 Komponen oil cooler

Engine oil cooler terdiri dari sebuah metal housing yang memiliki sekumpulan tube tembaga yang mana terpisah oleh susunan sekat (buffle) (Gambar 36).

Gambar 37 Potongan oil cooler

Coolant engine mengalir di dalam tube-tube dan oli engine yang panas mengalir di sekitar bagian luar dari tube (Gambar 37).

Oil cooler mengurangi temperatur maksimum dari oli engine dan juga mempercepat tercapainya temperatur kerja engine dengan cara mensirkulasikan oli engine sampai mencapai temperatur kerja maksimum.

9. Water Cooled Exhaust

Exhaust manifold yang digunakan pada alat berat umumnya didinginkan oleh udara. Teknologi saat ini ada yang menggunakan shielded manifold untuk mencegah kerusakan karena panas yang dihasilkan dari radiasi.

Gambar 38 Watercooled exhaust

Pada marine engine, hal ini biasanya digunakan untuk exhaust manifold yang mempunyai jacket water di sekitar exhaust untuk mendinginkan exhaust gas (Gambar38).

System ini mengeliminasi radiasi panas dan mencegah overheating pada ruangan dimana engine dipakai.

10. Pendingin Engine dengna Menggunakan Udara

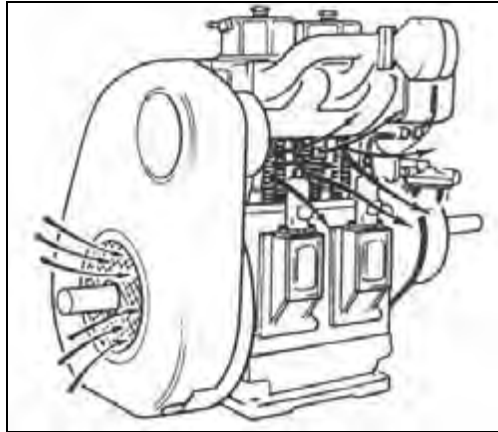
Pada aplikasi heavy dan medium duty diesel engine umumnya menggunakan media pendingin cairan (coolant). Tetapi pada beberapa aplikasi seperti Deutz engine masih ada yang memakai media pendingin udara dimana pada aplikasi tersebut ukuran engine dan power yang di hasilkan tidak terlalu besar.

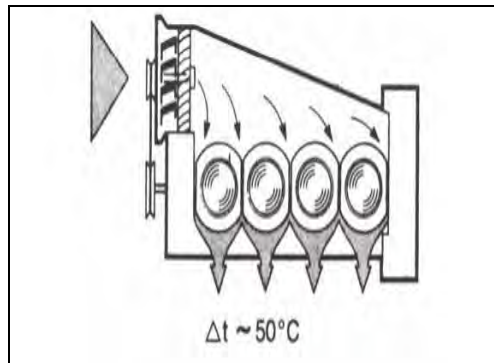
Pada engine yang menggunakan media pendingin udara akan mengalirkan udara di sekeliling liner sehingga panas yang dihasilkan oleh hasil pembakaran engine akan diserap oleh udara yang akan dipindahkan dari engine ke udara sekitar.

Pada system pendingin engine yang menggunakan media pendingin udara sangat bergantung pada:

1. Desain cooling fin
2. Kecepatan aliran udara yang melewati fin

3. Perbedaan temperatur antara udara dan permukaan fin.

11. Metode Pendinginan Udara

Gambar 39 Fan flywheel

Pada engine yang berukuran kecil dan multi-cylinder engine, fan flywheel digunakan untuk mendorong udara melewati saluran khusus pada cylinder head assembly (Gambar 39). Pada engine besar (4 sampai dengan 8 cylinder), pendinginan engine menggunakan high-speed axial- flow fan dengan desain saluran yang khusus dimana konsentrasi aliran udara mengalir melalui daerah kritikal yang panas dari engine.

Gambar 40 Variable speed cooling fan

Temperatur kerja beberapa engine Deutz disesuaikan dengan penggunaan variable speed cooling fan (Gambar 40). Dengan jenis desain ini, sebagian udara pendingin melewati engine secara langsung tergantung dari temperatur engine. Cooling fan digerakkan oleh timing gear melalui hydraulic coupling yang kecepatannya dikontrol secara otomatis. Sebuah electronic engine temperatur controller akan mendeteksi engine temperatur dan jika diperlukan sejumlah oil dapat dialirkan dengan bervariasi

ke hydraulic coupling untuk merubah kecepatan. Oleh sebab itu cooling fan speed dikontrol oleh temperatur kerja engine yang sesuai dengan beban engine.

Selama melakukan pemanasan engine, temperatur cylinder head dan temperatur oli engine dimonitor oleh electronic controller yang akan mengurangi aliran oli ke fan hydraulic coupling. Hasil ini pada kecepatan fan yang rendah yang akan membantu engine mencapai temperatur kerja yang tepat dengan cepat. Setelah temperatur kerja yang sesuai tercapai, maka sebagian udara pendingin yang diperlukan secara langsung didasarkan pada temperatur kerja engine. Maka dari itu engine tidak perlu membuang energi untuk memutar cooling fan.

12. Melepas dan Memasang Radiator

Sebuah radiator adalah alat yang dipergunakan untuk mendinginkan air pendingin engine dan yang kemudian disirkulasikan untuk mendinginkan engine dan asksesoris.lainnya seperti after cooler, oil cooler

Setelah beberapa periode penggunaan, radiator akan mengalami pengurangan kemampuan dan tidak lagi mampu mendinginkan air, sehingga performa engine akan berkurang, bahkan engine akan mengalami over heating, untuk itu radiator memerlukan pemeliharaan atau perbaikan.

13. Melepas radiator

Untuk melepaskan radiator Radiator assy harus sesuai dengan standar operating prosedur pelepsan radiator assy yang dilepas dan tidak merusak komponen lain

Untuk alasan keselamatan dalam bekerja selalu:

1. Pastikan unit alat berat terparkir dengan benar ditempat yang rata, tujuannya agar posisi unit benar benar aman untuk bekerja.
2. Pastikan baterai disconect telah dimatikan, tujuannya agar supaya tidak terjadi sorted circuit, dan tidak dioperasikan orang lain.
3. Pastikan danger TAG dipasangkan pada disconect swith, tujuannya untuk memberitahu orangb lain agar tidak mengoprasika unit karena sedang perbaikan.
4. Pastikan bahwa engine dalam keadaan dingin.

Standar Operating Prosedur melepas Radiator

1. Keluarkan air pendingin dari sistim. Untuk air pendingin harus ditampung dan tidak boleh dibuang bebas, harus ditempat penampungan terutama air pendingin yang menggunakan bahan pencampur (berbahaya bagi lingkungan)
2. Lepaskan semua wiring yang tedapat pada radiator
3. Lepaskan semua pipa hidrolik jika ada
4. Lepaskan selang radiator bagian atas
5. Lepaskan selang radiator bagian bawah
6. Lepaskan pelindung fan
7. Pasangkan braket pada radiator untuk mengangkat
8. Pasangkan lifting pada braket.

9. Lepaskan pengikat radiator dibagian bawah radiator
10. Angkat radiator menggunakan lifting (berat radiator kira-kira 900 Kg)
11. Tempatkan raditor pada tempatb yang aman untuk diperbaiki.

14. Memasang radiator

Pada pemasangan dilakukan kebalikan dari urutan melepaskan akan tetapi prosedur keselamatan tetap dilakukan dari awal sebelum melaksanakan pekerjaan

IDENTIFIKASI PRODUK

Semua perusahaan yang mempunyai kemampuan menghasilkan produk dalam jumlah banyak, baik jenis maupun jumlah, selalu menggunakan kombiasi angka ataun hurup sebagai tanda kode identitas keberadaan produk tersebut. Pada produk alat berat hal tersebut dinamakan Identification *Number* atau huruf atau bahkan gabungan diantara keduanya untuk mengidentifikasi perbedaan dari pada produk-produknya.

Produk-produk tersebut biasanya memiliki dua jenis identifikasi form. Pertama adalah *Sales Model,* dimana digunakan sebagai tingkatan paling atas dalam hal pengidentifikasian sebuah produk yang seianjutnya digunakan sebagai bahan diskusi dengan para customer dan para karyawan. Yang kedua adalah *Serial Number* atau *Product Identification Number. Serial Number* dan *Product Identification Number* biasanya adalah sebuah kombinasi dari sekumpulan angka dan huruf. Media ini mempunyai *prefix* (awalan), yang mengidentifikasikan model suatu *family* produk dan suffix (akhiran), yaitu sekumpulan angka unik yang mengikuti prefix untuk mengidentifikasikan *machine* lebih spesifik.

Contoh namor *Sales Model* yang digunakan untuk mengidentifikasi variasi model yang dibuat oleh perusahaan. Perhatikan bagaimanan nomor *sales model* dan *family* dari *machine* dan bagaimana perbedaan sistem penomoran digunakan lihat pada contoh tabel berikut yang menjelaskan penomorannya.

Contoh Penomoran produk yang terdapat pada Brochure sebagai Berikut :

Track-Type Tractors

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Operating Weight lb	Operating Weight kg	Blade
D3C Series III Hystat	70	52	15,600	7100	VPAT
D3C XL Series III Hystat	70	52	16,100	7300	VPAT
D3C LGP Series III Hystat	70	52	17,000	7700	VPAT
D4C Series III Hystat	80	60	16,100	7300	VPAT
D4C XL Series III Hystat	80	60	16,500	7500	VPAT
D4C LGP Series III Hystat	80	60	17,100	7700	VPAT
D5C Series III Hystat	90	67	18,700	8400	VPAT
D5C XL Series III Hystat	90	67	19,400	8800	VPAT
D5C LGP Series III Hystat	90	67	19,800	8900	VPAT
D5M XL	110	82	27,006	12 250	VPAT
D5M LGP	110	82	28,880	13 100	VPAT
D6M XL	140	104	34,240	15 530	VPAT, SU
D6M LGP	140	104	37,320	16 930	VPAT
D6G*	155	116	34,017	15 430	S, SU, A
D6R*	165	123	40,400	18 300	S, SU, A
D6R XL*	175	130	42,300	19 200	SU, A
D6R XL PAT**	175	130	48,550	22 072	PAT
D6R XW*	185	138	43,800	19 868	SU, A
D6R XW PAT**	185	138	48,860	22 163	PAT
D6R XR*	175	130	41,000	18 600	S, SU, A
D6R LGP*	185	138	45,600	20 700	S
D7G*	200	149	45,370	20 580	S, A
D7R*	230	171	61,336	27 822	S, SU, U, A
D7R XR*	230	171	61,236	27 776	S, SU, U, A
D7R LGP	240	179	67,472	30 605	S
D8R**	305	228	82,850	37 576	SU, U, A
D8R Series II**	310	231	83,500	37 875	SU, U, A
D8R LGP	305	228	76,080	33 725	SU
D8R Series II LGP	310	231	87,100	39 508	SU
D9R**	405	302	106,794	48 441	SU, U
D10R**	570	425	144,100	65 365	SU, U
D11R**	850	634	230,100	104 590	SU, U
D11R Carrydozer**	850	634	248,600	112 763	11R CD

* with MS Ripper
** with MS, SS Ripper
Winch and counterweights available for D6R to D10R

Waste Handling Arrangements

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Operating Weight lb	Operating Weight kg	Blade
D5M WHA	110	82	27,360	12 440	VPAT
D6M WHA	140	104	35,640	16 200	VPAT, SU
D6R WHA	165	123	45,370	20 600	SU
D7R WHA	230	171	61,500	27 920	SU, U
D8R WHA	305	228	82,880	37 630	SU, U
D8R Series II WHA	310	231	83,900	38 057	SU, U
D9R WHA	405	302	105,630	47 913	SU, U
D10R WHA	570	425	144,986	65 764	U

Track Loaders

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Operating Weight lb	Operating Weight kg	Bucket Range yd³	Bucket Range m³
933C Hystat	70	52	19,000	8620	1.25-1.3	0.96-1.0
933C Hystat LGP	70	52	19,300	8750	1.25	0.96
939C Hystat	90	67	21,500	9750	1.5	1.2-1.15
953C	121	90	32,363	14 677	2.0-2.4	1.5-2.1
963C	160	119	41,939	19 020	2.5-3.2	2.0-2.45
973C	210	157	59,548	27 011	3.2-4.2	2.9-3.2

Waste Handling Arrangements

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Operating Weight lb	Operating Weight kg	Bucket Range yd³	Bucket Range m³
953C WHA	121	90	36,730	16 656	2.0-3.5	1.5-2.7
963C WHA	160	119	43,620	19 830	2.5-5.5	2.0-4.2
973C WHA	210	157	61,900	28 140	3.2-7.2	2.9-5.5

Skid Steer Loaders

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Rated Operating Capacity lb	Rated Operating Capacity kg	Operating Weight lb	Operating Weight kg
216	49	37	1,350	612	5,557	2520
226	54	41	1,500	680	5,645	2560
228	54	41	1,500	680	5,843	2650
236	59	45	1,750	793	6,860	3111
246	74	55	2,000	907	7,036	3191
248	74	55	2,000	907	7,336	3328
252	59	45	2,250	1020	7,615	3454
262	74	55	2,500	1134	7,655	3472

Gambar 41

sebagai contoh, family Track Type Tractor diidentifikasikan dengan huruf "D" di depan sebuah angka. Huruf "D" menunjukkan bahwa machine tersebut adalah Track Type Tractor. Sedangkan angka mengindikasikan ukuran *(size)* dari *machine* tersebut, maksudnya adaiah dengan angka yang lebih kecil tentunya lebih kecil pula ukuran *machine-nya,* sedangkan huruf yang berada dibelakang angka adalah urutan perubahan atau seri dari model tersebut.

Lain halnya dengan ketentuan penomoran yang dimiliki *wheel loader.* Keluarga dari *Wheel Loader* adalah "900" *Series,* dimana digit pertama yaitu 9 adalah untuk *Wheel Loader* itu sendiri, 2 digit kedua untuk size dari pada *machine,* semakin kecil angka semakin kecil *machine-nya* dan huruf di akhir rangkaian angka sebelumnya merupakan urutan dari machine model atau *series* dari pada machine tersebut. Llihat pada tabel berikkut:

Wheel Loaders

Model	Flywheel hp	Flywheel kW	Operating Weight lb	Operating Weight kg	Bucket Range yd³	Bucket Range m³
902	45	34	10,058	4572	0.8-1.3	0.6-1.0
906	60	45	12,326	5603	0.9-1.6	0.7-1.2
908	82	61	14,267	6485	1.2-1.95	0.9-1.5
914G	90	67	17,530	7950	1.6-1.8	1.2-1.4
924G	114	85	25,358	11 500	1.8-2.25	1.4-1.7
924Gz	114	85	24,118	10 940	2.2-2.7	1.7-2.1
928G	125	93	27,093	12 287	2.5-2.9	2.0-2.2
938G	160	119	29,060	13 181	2.75-3.65	2.1-2.8
950G	180	134	39,200	17 782	3.25-4.5	2.5-3.5
962G	200	149	40,750	18 484	3.5-5.0	2.7-3.8
966G	235	175	50,160	22 753	4.25-5.25	3.2-4.0
972G	265	198	55,310	25 085	5.0-6.0	3.8-4.7
980G	300	224	65,638	29 773	5.0-7.5	3.8-5.7
988G	475	354	110,428	50 090	8.2-9.2	6.3-7.0
990 Series II	625	466	161,597	73 453	11.0-12.0	8.4-9.2
992G	800	597	207,482	94 113	15.0-16.0	11.5-12.3
994D	1250	933	421,600	191 200	18.0-40.0	14.0-31.0

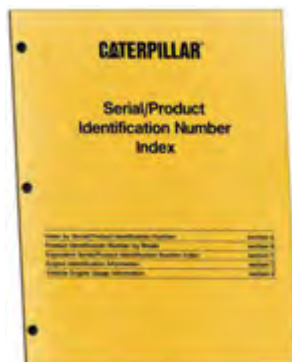
Gambar 42

1. Serial Number/ Product Identification Number

Gambar 43

(Gambar 43) merupakan tampilan halaman depan dari 793C Parts *Manual* untuk mendemonstrasikan penggunaan PIN dan *Serial Number.* Sudan menjadi tradisi bagi semua perusahaan perakitan termasuk Caterpillar, menggunakan *Serial Number* untuk mengidentifikasi produk-produknya. Belakangan, Caterpillar telah membuat sedikit perubahan tentang cara penggunaan istilah dari *Serial Number* dan *Product Indentification Number.*

Pada akhirnya, Caterpillar menggunakan *Product Identification Number* (PIN) sebagai suatu alat utama untuk mengidentifikasi *Machine* dan *Serial Number* digunakan untuk mengidentifikasi komponen utama dari *Machine.* Sebagai contoh, sebuah OHT 793C *{Sales Model Number)* mempunyai PIN dengan awalan ATY dan diikuti dengan angka-angka yang unik untuk setiap *Machine* yang dirakit. Semua 793C mempunyai awalan ATY dan setiap *machine* mempunyai *Suffix* (akhiran) yang berbeda antara satu dengan yang lain. Sistem penomoran yang digunakan sangat unik untuk setiap *machine-r\ya.*

Pada 793C juga terdapat sebuah engine di dalamnya. *Serial Number engine-nya* mempunyai awalan 7TR. Setiap engine juga mempunyai akhiran, yang berupa urutan angka yang sangat unik. Sama halnya dengan transmisi pada 793C mampunyai awalan 4GX dan *Torque Converter* mempunyai *Serial Number* dengan awalan 3KT.

Gamabar 44

Caterpillar membuat Buku *Serial/Product Idetification Number Indeks* (Gambar 44) untuk memperlihatkan nomor-nomor Seri/Identifikasi Produk untuk semua produk yang dibuat dari awal proses produksi berlangsung di Caterpillar. Buku Pedoman ini selalu diperbarui. Jnformasi yang sama juga tersedia dalam bentuk file elektronik.

Buku ini berisikan 5 indeks, yang diperlihatkan pada halaman depan. Dari indeks-indeks ini maka dimungkinkan untuk mengidentifikasi informasi khusus yang berhubungan dengan semua produk.

Index Section A:

Serial/Product Identification Number

INDEX BY SERIAL/PRODUCT IDENTIFICATION NUMBER

BEGINNING NUMBER	MODEL NAME	SOURCE	APPROX YEAR SHIPPED
1KK00001	R80 LIFT TRUCK	M	1989
1KK00001	R80 LIFT TRUCK	M	1989
1MK00001	57H WINCH	BR	1989
1MK02001	57H WINCH	US	1991
1NK00001	231D EXCAVATOR	US	1989
1RK00001	3406 ENGINE	US	1990
1SK00001	3116 ENGINE	BE	1991
1YK00001	910E WHEEL LOADER	J	1989
1YK02000	910F WHEEL LOADER	J	1993
10K00001	D6C TRACK-TYPE TRACTOR	US	1967
11K00001	977K TRAXCAVATOR	US	1967
11K03919	977L TRAXCAVATOR	US	1971
12K00001	14E MOTOR GRADER	US	1967
13K00001	12F MOTOR GRADER	US	1967
14K00001	120 MOTOR GRADER	US	1967
15K00001	5310 GAS TURBINE ENG	US	1968
16K00001	5S BULLDOZER	J	1977
17K00001	12E MOTOR GRADER	AU	1968
18K00001	9S BULLDOZER	US	1976
19K00001	9U BULLDOZER	US	1974
2AK00001	931C SERIES II TRACK LOADE	J	1990
2BK00001	3116 TRUCK ENGINE	US	1990
2DK00001	D6H SERIES II TTT	J	1990
2EK00001	3406B TRUCK ENGINE	US	1990
2JK00001	325L EXCAVATOR	US	1992
2NK00001	AP-200B ASPHALT PAVER	US	1991
2PK00001	3516 VEHICULAR ENGINE	US	1993
2SK00001	325LN EXCAVATOR	BE	1992
2TK00001	776C WHEEL TRACTOR	US	1993
2WK00001	3512 LOCOMOTIVE ENGINE	US	1991
2YK00001	V225C LIFT TRUCK	UK	1992
2YK00001	V250C LIFT TRUCK	UK	1992
2ZK00001	140HNA MOTOR GRADER	US	1995
20K00001	M520 GOER-CARGO	MI	1972
21K00001	M553 GOER-WRECKER	MI	1972
22K00001	M559 CARGO-TANKER	MI	1972
23K00001	814S BULLDOZER	US	1974
24K00001	815 BULLDOZER	US	1976
25K00001	992 WHEEL LOADER	US	1968
25K01170	992B WHEEL LOADER	US	1973
26K00001	D6C TRACK-TYPE TRACTOR	J	1968
27K00001	835 BULLDOZER	US	1968
28K00001	7 RIPPER	MI	1967
29K00001	977 RIPPER	UK	1977
3HK00001	980F WHEEL LOADER	BE	1991
3JK00001	3412 MARINE ENGINE	US	1992
3JK00146	3412C MARINE ENGINE	US	1994
3KK00001	438B BACKHOE LOADER	UK	1992
3LK00001	V265C LIFT TRUCK	UK	1992
3LK00001	V300C LIFT TRUCK	UK	1992
3LK00001	V330C LIFT TRUCK	UK	1992
3MK00001	D5C TRACK-TYPE TRACTOR	J	1991
3NK00001	3412 INDUSTRIAL ENGINE	US	1991
3RK00001	320 EXCAVATOR	J	1992
3SK00001	D10N TRACK-TYPE TRACTOR	US	1993
3TK00001	PM-565 COLD PLANER	US	1993
3WK00001	V40E LIFT TRUCK	K	1992
3WK00001	V50E LIFT TRUCK	K	1992
3WK00001	VC60E LIFT TRUCK	K	1992
3XK00001	320L EXCAVATOR	BE	1992
3YK00001	135HNA MOTOR GRADER	US	1995
30K00001	966C WHEEL LOADER	C	1967
31K00001	950 WHEEL LOADER	C	1968
32K00001	235 EXCAVATOR	US	1973
33K00001	12F MOTOR GRADER	C	1968
35K00001	120 MOTOR GRADER	C	1968
38K00001	983 TRAXCAVATOR	US	1969
39K00001	9R BULLDOZER	US	1968
4AK00001	V200C LIFT TRUCK	UK	1992
4AK00001	V225C LIFT TRUCK	UK	1992
4BK00001	320L EXCAVATOR	J	1991
4CK00846	3406C TRUCK ENGINE	US	1991
4DK00001	V40E LIFT TRUCK	K	1992
4DK00001	V50E LIFT TRUCK	K	1992
4DK00001	VC60E LIFT TRUCK	K	1992
4EK00001	3516 ENGINE	US	1992
4FK00001	CS-433B VIBRATORY CMPTR	US	1991
4HK00001	D11N TRACK-TYPE TRACTOR	US	1993
4JK00001	3406B GENERATOR SET	US	1991
4KK00001	CH75C AGRICULTURAL TRACTOR	US	1993
4KK01850	CH75C AGRICULTURAL TRACTOR	US	1994
4LK00001	245D EXCAVATOR	US	1992
4MK00001	120HNA MOTOR GRADER	US	1995
4NK00001	D4H SERIES III TTT	J	1992
4SK00001	621F WHEEL TRACTOR	US	1993
4TK00001	936F WHEEL LOADER	BE	1992
4XK00001	E120B EXCAVATOR	FR	1992
4YK00001	627F SCRAPER	US	1993
4ZK00001	3054 GEN SET	US	1992
41K00001	930 WHEEL LOADER	US	1968
42K00001	5A BULLDOZER	AU	1968
43K00001	8R BULLDOZER	US	1968
44K00001	8S BULLDOZER	US	1972
45K00001	8U BULLDOZER	US	1968
46K00001	9S BULLDOZER	UK	1976
47K00001	8S BULLDOZER	UK	1968
48K00001	8U BULLDOZER	UK	1973
49K00001	7S BULLDOZER	UK	1976
5AK00001	163HNA MOTOR GRADER	US	1995
5BK00001	530B SKIDDER	US	1993
5EK00001	3406E TRUCK ENGINE	US	1993
5FK00001	RM-350 RECLAIMER MIXER	US	1993
5GK00001	E110B EXCAVATOR	FR	1992
5HK00001	3054 VEHICULAR ENGINE	US	1994
5JK00001	621F SCRAPER	US	1993
5KK00001	D6H XR TRACK-TYPE TRACTOR	US	1993
5MK00001	953B TRACK LOADER	FR	1993
5NK00001	F60D LIFT TRUCK	K	
5PK00001	311 EXCAVATOR	J	1992
5RK00001	784B WHEEL TRACTOR	US	1992
5SK00001	950F WHEEL LOADER	US	1993
5WK00001	325 EXCAVATOR	J	1992

Daftar ini menyediakan urutan daftar produk berdasarkan *Serial Number prefix.* Urutan pada daftar ini tidak terlalu nyata. Urutan ini berdasarkan pada tiga digit pertama dimana biasanya berupa huruf, (dengan harapan beberapa *machine* yang diproduksi terlebih dahulu juga muncul dalam daftar yang pertama pada halaman 1A dan 2A).

Adapun demikian, keseluruhan dari *Serial Number* yang mempunyai huruf "A" pada urutan ketiga *Serial Number-nya* akan muncul terlebih dahulu sampai dengan huruf "Z^n dari keseluruhan *machine.*

Bagian kedua dari urutan adalah menggunakan digit pertama, yang biasanya sebuah angka, dengan *machine* terbaru yang menggunakan huruf di digit pertamanya. Bagian kedua dari urutan ini diawali dengan "0" sampai dengan "9". Dalam kasus dimana digit pertama menggunakan huruf, akan tampil setelah *Serial Number* yang berawalan dengan "9", diawali dengan huruf "A".

Bagian ketiga dari urutan ini adalah digit kedua dengan aturan yang sama dengan yang dibahas sebelumnya.

Pada daftar ini susunan daftar diawali dengan angka *{Machine* tidak selalu diawali dengan angka 1, *Sales Model Number* dan *Discription,* negara dimana *machine* tersebut dirakit dan pada tahun berapa *machine* tersebut dikapalkan).

CATATAN :

Hanya *Serial Number* dan *Product Identification Number* yang terdaftar dalam *index. Serial Number* Komponen tidak termasuk didalamnya.

Index Section B:

Serial / Product Identification Number by Model

PRODUCT IDENTIFICATION NUMBER-BY MODEL

SALES MODEL	DESCRIPTION	BEGINNING NUMBER	SOURCE
AGRICULTURAL TRACTOR			
CH55	BELTED AG TRACTOR	7DM00001	USA
CH65	BELTED AG TRACTOR	7YC00001	USA
CH65B	BELTED AG TRACTOR	7YC01900	USA
CH65C	BELTED AG TRACTOR	2ZJ00001	USA
CH75	BELTED AG TRACTOR	4CJ00001	USA
CH75C	BELTED AG TRACTOR	4KK00001	USA
CH35	BELTED AG TRACTOR	8DN00001	USA
CH45	BELTED AG TRACTOR	1DR00001	USA
CH65D	BELTED AG TRACTOR	2ZJ01680	USA
CH70C	BELTED AG TRACTOR	2YL00001	USA
CH75C	BELTED AG TRACTOR	4KK01850	USA
CH85C	BELTED AG TRACTOR	9TK00001	USA
CH85C	BELTED AG TRACTOR	9TK01400	USA
CH85D	P/S TRANSMISSION	4GR00001	USA
ARTICULATED DUMP TRUCKS			
D20D	20 TON, PS, REAR DUMP	9MG00001	U KINGDOM
D25C		9YC00001	U KINGDOM
D25D		1HK00001	U KINGDOM
D30C		7ZC00001	U KINGDOM
D30D		3AJ00001	U KINGDOM
D35C		2GD00001	U KINGDOM
D35HP		3FD00001	U KINGDOM
D40D		2JJ00001	U KINGDOM
D44		2LD00001	U KINGDOM
D44B		8SD00001	U KINGDOM
D250B		5WD00001	U KINGDOM
D250D	25 TON, PS, REAR DUMP	6NG00001	U KINGDOM
D250E	AUTOSHIFT, REAR DUMP	5TN00001	U KINGDOM
D300B		4SD00001	U KINGDOM
D300D		5MG00001	U KINGDOM
D300E	ARTICULATED TRUCK	7FN00001	U KINGDOM
D350C		8XC00001	U KINGDOM
D350D		9RF00001	U KINGDOM
D350E	AUTOSHIFT, 4F/1R	9LR00001	U KINGDOM
D400		1MD00001	U KINGDOM
D400D		8TF00001	U KINGDOM
D400E	40 TON, AUTOSHIFT	2YR00001	U KINGDOM
D550		4RD00001	U KINGDOM
D550B		5ND00001	U KINGDOM
BACKHOE LOADERS			
416	CENTER PIVOT	5PC00001	U KINGDOM
416	SERIES II,CENTER PIVOT	5PC10762	U KINGDOM
416B	CENTER PIVOT	8SG00001	U KINGDOM
416B	CENTER PIVOT	8ZK00001	USA
426	CENTER PIVOT	7BC00001	U KINGDOM
426	SERIES II,CENTER PIVOT	7BC03477	U KINGDOM
426B	CENTER PIVOT	5YJ00001	U KINGDOM
426B	BACKHOE LOADER	6KL00001	USA
428	SIDESHIFT	6TC00001	U KINGDOM
428	SERIES II,SIDESHIFT	6TC06564	U KINGDOM
428B	SIDE SHIFT	7EJ00001	U KINGDOM
428C	2 WHEEL STEER	8RN00001	U KINGDOM
428C	2 WHEEL STEER	2CR00001	U KINGDOM
436	CENTER PIVOT	5KF00001	U KINGDOM
436	SERIES II,CENTER PIVOT	5KF00806	U KINGDOM
436B	CENTER PIVOT	6MJ00001	U KINGDOM
436B	CENTER PIVOT	7FL00001	USA
438	SIDESHIFT, 4WD	3DJ00001	U KINGDOM
438	SERIES II,SIDESHIFT,4WD	3DJ00828	U KINGDOM
438B	SIDE SHIFT	3KK00001	U KINGDOM
438C	ALL WHEEL STEER	1TR00001	U KINGDOM
438C	2 WHEEL STEER	2DR00001	U KINGDOM
446	CENTER PIVOT	6XF00001	U KINGDOM
446B	BACKHOE LOADER	5BL00001	USA
BACKHOES			
D3	SIDE SHIFT	68H00001	JAPAN
D3	FIXED PIVOT	87U00001	JAPAN
D3	SIDE SHIFT	88U00001	JAPAN
D3	FIXED PIVOT	32W00001	JAPAN
D4	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
438C	2WS	9KN00001	U KINGDOM
438C	AWS	1JR00001	U KINGDOM
922	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
931	SIDE SHIFT	68H00001	JAPAN
931	FIXED PIVOT	87U00001	JAPAN
931	SIDE SHIFT	88U00001	JAPAN
931	FIXED PIVOT	32W00001	JAPAN
933	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
941	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
944	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
950	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
951	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
955	TRACTOR MOUNTED	23J00001	USA
BULLDOZERS			
2A		14D00001	AUSTRALIA
2A		16D00001	AUSTRALIA
2A		77D00001	U KINGDOM
2A		05G01001	USA
2A		07G01501	USA
2S		15D00001	AUSTRALIA
2S		07F00501	USA
2S		09F02501	USA
3P		5WH00001	JAPAN
3P		6EH00001	JAPAN
3P		6EJ00001	JAPAN
3P		85U00001	JAPAN
3P		96X00001	JAPAN
3S		31M00001	JAPAN
3S		86U00001	JAPAN
3S		40V00001	JAPAN
3S		15W00001	JAPAN
4A		6AC00001	JAPAN
4A		10D00001	AUSTRALIA

1 B

Index bagian B adalah sebuah daftar yang tersusun berdasarkan *Sales Model Number.* Jika *Sales Model Number Machine* diketahui, maka variasi dari *Serial Number Machine* atau *Product Identification Number yang* sesuai akan dapat diketahui. Kemungkinan akan terdapat banyak sekali Serial Number yang berbeda awalan *{prefix)* tetapi digunakan

pada *Sales Model* yang sama. Jika model dirakit di dua negara yang berbeda, maka akan terdapat *Serial Number* atau *Product Identification Number yang* berbeda pula untuk setiap modelnya.

Index Section C:

Equivalent Serial/Product Identification Number

EQUIVALENT SERIAL/PRODUCT IDENTIFICATION NUMBER INDEX

BEGINNING NUMBER	EQUIVALENT SERIAL NUMBERS		
5WC00001			
5XC00001	5XC00138		
5XC00138	5XC00001		
5ZC00001			
50C00001	21C00001		
51C00001	04C09001	13C00001	
52C00001			
53C00001			
54C00001			
55C00001	06A03800		
56C00001			
57C00001	87E00001	87E00450	87E00509
58C00001	85E00001	85E00864	
59C00001			
6DC00001	7EB00001		
6EC00001			
6FC00001	6FC04000	8YC00001	1KD00001
	1KD04000	2TG00001	2TG04000
6FC04000	6FC00001	8YC00001	1KD00001
	1KD04000	2TG00001	2TG04000
6GC00001			
6HC00001			
6JC00001			
6KC00001			
6MC00001			
6PC00001	1BB00001	1BB01540	6PC01210
6PC01210	1BB00001	1BB01540	6PC00001
6RC00001			
6SC00001			
6TC00001	6TC06564		
6TC06564	6TC00001		
6WC00001			
6XC00001			
6YC00001			
60C00001	60C02725		
60C02725	60C00001		
61C00001	61C00991		
61C00991	61C00001		
62C00001	62C00798	62C01003	
62C00798	62C00001	62C01003	
62C01003	62C00001	62C00798	
63C00001			
64C00001			
65C00001			
66C00001			
67C00001	88E00001	88E01050	88E01261
68C00001			
69C00001	86E00001	86E00274	86E02501
7BC00001	7BC03477		
7BC03477	7BC00001		
7DC00001			
7EC00001			
7GC00001			
7HC00001			
7JC00001			
7LC00001			
7MC00001			

BEGINNING NUMBER	EQUIVALENT SERIAL NUMBERS		
7NC00001	7NC04000	1YD00001	1YD04000
7NC04000	7NC00001	1YD00001	1YD04000
7PC00001	4RC00001	4RC04000	2KD00001
	2KD04000	4LG00001	4LG04000
7SC00001			
7TC00001	4NB00001	4NB02076	8NB00001
	8NB01542	7TC00834	94Z00001
	94Z02209		
7TC00834	4NB00001	4NB02076	8NB00001
	8NB01542	7TC00001	94Z00001
	94Z02209		
7WC00001	9PC00001		
7XC00001	8SB00001	57X00001	
7YC00001	7YC01900		
7YC01900	7YC00001		
7ZC00001			
70C00001			
71C00001			
72C00001			
73C00001			
74C00001			
75C00001			
76C00001			
77C00001			
78C00001			
79C00001			
8AC00001			
8BC00001			
8CC00001			
8DC00001			
8EC00001			
8FC00001	8FC04000		
8FC04000	8FC00001		
8JC00001			
8KC00001			
8LC00001			
8MC00001			
8NC00001			
8PC00001	40U00001		
8RC00001	8RC04000	8SC00001	3MD00001
	3MD04000		
8RC04000	8RC00001	8SC00001	3MD00001
	3MD04000		
8SC00001	8RC00001	8RC04000	3MD00001
	3MD04000		
8TC00001			
8XC00001			
8YC00001	6FC00001	6FC04000	1KD00001
	1KD04000	2TG00001	2TG04000
8ZC00001			
80C00001			
81C00001			
82C00001			
83C00001			
84C00001	17C00001	17E00001	
85C00001	16C00001	15E00001	39H00001
86C00001			

6 C

Daftar ini menyajikan *Serial Number* yang mempunyai kemiripan dari sebuah *Sales Model* yang ada. Daftar ini mencakup semua *Serial Number* atau

Product Identification Number **yang mempunyai rancangan dasar** ***{Basic Design)*** **sama.**

Index Section D:

Engine Identification Information

ENGINE IDENTIFICATION INFORMATION

VEHICLE MODEL	BEGINNING NUMBER	USES ENGINE MODEL	ENGINE SERIAL NO.
CS-643	7FD00001	3304	12Z
CS-643	7GD00001	3304	12Z
CS-653	7HD00001	3304	12Z
CS-653	7JD00001	3304	12Z
CS-323C	1EN00001	3054	5HK
CS-431C	6EN00001	3054	5HK
CS-433C	3TM00001	3054	5HK
CS-433C	2TN00001	3054	5HK
CS-531	3WM00001	3116	98Z
CS-531	4KM00001	3116	4TF
CS-531C	5ZN00001	3116	98Z
CS-531C	9RN00001	3116	4TF
CS-533	3BL00001	3116	98Z
CS-533	4HL00001	3116	4TF
CS-533C	2WN00001	3116	98Z
CS-533C	2XN00001	3116	4TF
CS-563C	4KN00001	3116	98Z
CS-563C	4LN00001	3116	4TF
CS-573	8PK00001	3116	4TF
CS-573C	6LN00001	3116	4TF
CS-583	8YJ00001	3116	98Z
CS-583	1EL00001	3116	4TF
CS-583C	7MN00001	3116	98Z
CS-583C	7NN00001	3116	4TF
PF-300B	6HM00001	3054	5HK
PM-565	3TK00001	3408	48W
PR-275	6RC00001	3306	64Z
PR-450	7DC00001	3408	67U
PR-450C	7PJ00001	3408	67U
PR-750B	8AC00001	3412	38S
PR-1000	5XC00001	3208	3Z
PR-1000C	5XC00138	3208	3Z
PS-500	7XD00001	3208	90N
PS-300B	4PN00001	3054	5HK
RM-350	5FK00001	3406	11N
RR-250	6ED00001	3406	6TB
RR-250B	3RR00001	340-6C	41Z
SF-175	5ZC00001	3208	90N
SF-250	6XC00001	3208	90N
SF-250B	2EF00001	3208	3Z
SF-350	5RD00001	3306	64Z
SF-450	7GC00001	3306	64Z
SF-550	5PD00001	3406	6TB
SM-350	1RM00001	3406	11N
SS-250	6DD00001	3406	6TB
SS-250B	5GR00001	340-6C	41Z
TR-225B	6WC00001	3208	3Z
TR-500	8CC00001	3208	90N
AP-1055B	8BM00001A	3116	98Z
PR-750C	7CK00001P	3412	38S

PIPELAYERS

VEHICLE MODEL	BEGINNING NUMBER	USES ENGINE MODEL	ENGINE SERIAL NO.
561C	92J00001	3306	3N
561D	54X00001	3306	3N, 8Z
571F	95N00001	3306	3N
571G	5ZD00001	3306	8Z
571G	16W00001	3306	3N
572F	96N00001	3306	3N
572G	8PC00001	3306	10Z
572G	40U00001	3306	3N, 8Z
578	8HB00001	3406	70V
583K	78V00001	D342	17S
589	31Z00001	3408	48W
594	62H00001	D353	97U
594H	96V00001	D353	97U

SCRAPERS

VEHICLE MODEL	BEGINNING NUMBER	USES ENGINE MODEL	ENGINE SERIAL NO.
613C	93X02780	3116	4TF
615C	2XG00898	3306	8Z
627	50K00001	3306	3N
627	69M00001	3306	3N
627B	32V00001	3306	47V
627B	33V00001	3306	47V
627B	37V00001	3306	3N, 8Z
627B	38V00001	3306	3N, 8Z
627E	6FB00001	3306	8Z
627E	6HB00001	3306	8Z
627E	3WJ00001	3306	8Z
627F	4YK00001	3306	8Z
631EII	1BB01540	340-8E	99C
631EII	6PC01210	340-8E	99C
637	64M00001	3306	3N
637	91N00001	3306	3N
637	92N00001	3306	3N
637B	26R00001	3306	3N
637D	4JB00001	3306	8Z
637D	20W00001	3306	3N, 8Z
637D	21W00001	3306	3N, 8Z
637D	22W00001	3306	3N, 8Z
637D	23W00001	3306	3N, 8Z
637D	70W00001	3306	47V
637E	1HB00001	3306	8Z
637E	1LB00001	3306	8Z
637E	7CB00001	3306	8Z
637EII	1HB00810	330-6B	8Z
637EII	7CB00180	330-6B	8Z
639D	88X00001	3306	3N, 8Z
657	53K00001	D343	52K
657B	53K00638	D343	52K
657B	47M00001	D343	52K
657E	6MB00001	3408	48W
657E	86Z00001	3408	48W
657E	87Z00001	3408	48W
666	20G00001	D343	52K
666B	20G00242	D343	52K

Index Section E:

Vehicle Engine Usage Information

VEHICULAR ENGINE USAGE INFORMATION

USED IN MODELS	BEGINNING WITH NUMBER
VEHICLE ENGINE 3408 SERIAL NO. 48W	
D8L TRACK-TYPE TRACTOR	53Y00001
D8L TRACK-TYPE TRACTOR	4FB00001
D9N TRACK-TYPE TRACTOR	1JD00001
D9N TRACK-TYPE TRACTOR	6XJ00001
D9R TRACK-TYPE TRACTOR	8BL00001
D9R TRACK-TYPE TRACTOR	7TL00001
PM-565 COLD PLANER	3TK00001
589 PIPELAYER	31Z00001
631D WHEEL TRACTOR	24W00001
631D WHEEL TRACTOR	88W00001
631E WHEEL TRACTOR	1AB00001
633D WHEEL TRACTOR	25W00001
637D WHEEL TRACTOR	26W00001
637D WHEEL TRACTOR	27W00001
637D WHEEL TRACTOR	71W00001
637E WHEEL TRACTOR	1FB00001
637E WHEEL TRACTOR	1JB00001
639D WHEEL TRACTOR	99X00001
657E SCRAPER	86Z00001
657E SCRAPER	87Z00001
657E SCRAPER	8MB00001
768C WHEEL TRACTOR	02X00001
769C TRUCK	01X00001
771C TRUCK	3BJ00001
834B WHEEL TRACTOR	92Z00001
836 COMPACTOR	3RL00001
988B WHEEL LOADER	50W00001
988B WHEEL LOADER	62Y00001
988F WHEEL LOADER	8YG00001
VEHICLE ENGINE 3408 SERIAL NO. 67U	
D44 ARTICULATED TRUCK	2LD00001
D44B ARTICULATED TRUCK	8SD00001
D550 ARTICULATED TRUCK	4RD00001
D550B ARTICULATED TRUCK	5ND00001
PR-450 COLD PLANER	7DC00001
PR-450C COLD PLANER	7PJ00001
VEHICLE ENGINE 3408 SERIAL NO. 77M	
D8L TRACK-TYPE TRACTOR	7JC00001
D8L TRACK-TYPE TRACTOR	7YB00001
631E WHEEL TRACTOR	1NB00001
VEHICLE ENGINE 3408 SERIAL NO. 77M, 48W	
631E WHEEL TRACTOR	2ND00001
VEHICLE ENGINE 3408E SERIAL NO. 99C	
631E/II WHEEL TRACTOR	1AB01941
631E/II SCRAPER	1BB01540
631E/II WHEEL TRACTOR	1NB00390
631E/II SCRAPER	0PC01210
633E WHEEL TRACTOR	2PS00001
637E/II WHEEL TRACTOR	1FB00690
769D OFF-HIGHWAY TRUCK	5TR00001
771D QUARRY TRUCK	6JR00001
834B WHEEL TRACTOR	7BR00001
836 LANDFILL COMPACTOR	7FR00001
988F/II WHEEL LOADER	2ZR00001
VEHICLE ENGINE 3412 SERIAL NO. 38S	
PR-750C COLD PLANER	1CK00001
PR-750B COLD PLANER	8AC00001
VEHICLE ENGINE 3412 SERIAL NO. 73W	
D9L TRACK-TYPE TRACTOR	14Y00001
D10N TRACK-TYPE TRACTOR	2SK00001
D10N TRACK-TYPE TRACTOR	2YD00001
651E WHEEL TRACTOR	89Z00001
657E WHEEL TRACTOR	90Z00001
657E WHEEL TRACTOR	91Z00001
772B TRACTOR - COAL HAULER	64W00001
773B TRUCK	63W00001
775B TRUCK	7XJ00001
990 WHEEL LOADER	7HK00001
992C WHEEL LOADER	42X00001
992C WHEEL LOADER	49Z00001
992D WHEEL LOADER	7MJ00001
VEHICLE ENGINE 3412 SERIAL NO. 80M	
D10R TRACK-TYPE TRACTOR	3KR00001
VEHICLE ENGINE 3412E SERIAL NO. 80M	
651E WHEEL TRACTOR	6TR00001
657E WHEEL TRACTOR	6YR00001
773D OFF-HIGHWAY TRUCK	7ER00001
775D QUARRY TRUCK	8XR00001
990II WHEEL LOADER	4FR00001

13 E

SERIAL/PRODUCT IDENTIFICATION PLATE

Gambar 45

Gambar45 diatas menujukan plate Serial Number dan *Product Identification Number* dapat ditemukan pada *serial/product identification plate* yang terdapat pada *machine* atau *engine* seperti terlihat pada gambar 34. Disamping itu pada *machine* juga terdapat PIN yang distamping pada *frame.*

Latihan

Lakukan pengamatan ke tempat dimana terdapat peralatan *(Machine atau Engine). Dan* mengidentifikasi lokasi atau tempat dimana *Product Identification Number* dan *Serial Number Plate* terdapat pada sebuah *machine* dan menunjukkan *Sales Model,* **PIN** dan *Serial Number.* Jika memungkinkan, sampaikan juga bagaimana pabrikan mengidentifikasi produk mereka. Sebagai bahan referensi, sebuah *Product Identification Plate* produk Caterpillar dapat anda lihat pada Gambar 45

2. Arrangement Number

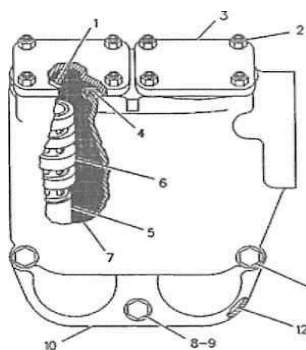
Dibawah *Product Identification Number* terdapat sebuah istilah *"Seniority". Arrangement Number* merupakan suatu penggambaran Tingkat Tinggi" bagi sebuah machine ataupun perangkat utama yang lain. *Arrangement Number* mempunyai format yang sama dengan *Part Number* dan *Arrangement* biasanya memuat kumpulan dari suatu bagian atau group dan terkadang merupakan kumpulan dari arrangement lain.

Sebagai contoh adalah *"Chassis Arrangement* pada 793C, *Chassis Arrangement* ini merupakan bagian dari arrangement induknya "Truck Arrangement".

Attachment dapat berupa *arrangement* atau group. Sebagai contoh, 793C mempunyai *chassis arrangement* yang berbeda untuk memenuhi ketentuan standard pasar Eropa, *Machine-machine* sudah seharusnya menggunakan dan meng-orcfer *part* yang asli melalui dealer resmi. Dalam kasus apapun, yang merupakan bagian dari machine termasuk *attachment* perlu diketahui, sebelum *part-part* yang diperlukan tersebut disediakan atau di-*order.sebagai contoh lihat pada tabel berikut:*

Power Train

7T-4887 Screen GP-Magnetic-Transmission
Part of 9U-9822 Transmission AR
9KS-3067

REF NOTE	GRAPHIC REF	PART NUMBER	OTY	PART NAME t 7 z * i в imoowrr^rvELi	SEE PAC
1		33-3440	2	WASHER-WAVE	
2		30-2871	3	STUD	
		GV-0301	8	NUT (3/8-16	
3		3S-3439	2	THD) COVER-	
4		SF-0149	2	SEAL-O-niNG [91 .-HUM	
5		9W-5531	2	ID) TUBE AS-SCREEH	
				(EACH INCLUDES)	
6		30.7160	4	UAJBHET	
7		33-3875	2	SCREEN SUCTION	
S		7B-3235	1	BOLT (1/2-13X1.375IK)	
9		5P-8245	3	WASHES! (3UM	
10				THK) HOUSING	
11		1A-7669	2	BOLT (1/2-	
		9M-4355	2	13X7IN1	
12		811-4939	2	SEAL-O-RING	

Gambar 46

PERAWATAN PENCEGAHAN (PREVENTIVE MAINTENANCE)

Gambar 47

Perawatan pencegahan atau *Preventive maintenance* atau yang ayng sering kita sebut dengan PM adalah suatu pekerjaan yang diulaksanakan untuk menjaga kondisi dan unjuk kerja unit alat berat tersebut selalu dalam keadaan prima sesuai dengan spesifikasinya, dengan terjaganya kiondisi maka alat tersebut akan menhasilkan/produksi yang sangat tinggi dan menghasilkan :

1. Alat bekerja dengan efektif dan efisien
2. Kerusakan mendadak tidak terjadi
3. Kesiapan alat beroperasi sangat tinggi
4. Biaya operasi rendah
5. Usia alat tersebut menjadi optimim
6. Keamanan alat terjamin
7. Harga jual menjadi lebih tinggi sete;lah pakai

Dengan demikian dapat disimpulkan dengan perawatan yang baik maka target produksi yang diinginkan akan tercapai dan keuntungan sudah dipastikan akan tercapai dengan biaya operasi yang rendah.

Ada 6 pekerjaan dasar dalam perawatan yang harus dilakukan yaitu:

1. Perawata berkala
2. Mengontrolan kontamiasi
3. Pengambilan oli sampel secara berkala
4. Memonitor kondisi alat
5. Penjadwalan perawatan
6. Pencatatan

1. Perawata berkala

   Perawatan berkala adalah perawata minimum yang diberikan terhadap alat berat tepat waktu atau dilaksanakan sesuai dengan jadwal perawatan alat yang telah direncanakan.

   Tujuan dari dilaksanakannya PM adalah untuk mencegah timbulnya kerusakan pada sistim atau komponen pendukung sistim dengan cara melakukan perbaikan atau penggantian komponen tepat waktu, tentu hal ini dapat dimengerti apabila komponen dalam sisti memiliki batas usia pakai yang terbatas, oleh karena itu PM perlu dilakukan agar komponen yang bekerja dalam sistim selalu dalam kondisi prima.

   Untukm melaksanakan PM dengan benar baik prosedur maupun suplay untukm melakukannya maka diuperlukan suatu rujukan baku, di alat beratn rujukan yang dapat digunakan adalah buku pedoman perawatan dari unit alat berat itu sendiri,

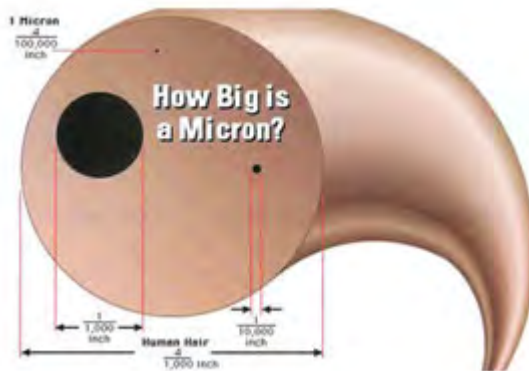
   Dalam pelaksanaannya secara umum PM melakukan pemeriksaan, penggantian, penyetelan, perbaikan, dan pengambilan data, semua aktifitas tersebut dilakukan sesuai dengan jawal yang telah ditentukan sebelumnya, acuan untuk PM alat berat biasanya yang dipergunakan adalah waktu atau jam kerja unit alat berat itu sendiri, adapun interval pelaksanaan PM adalah 10 Jam atau harian, 250 jam, 500 Jam, 1000 Jam, 2000 Jam, 3000 Jam Dst

2. Pengontrolan Kontaminasi

   Pengotrolan kontaminasi adalah salah satu program usaha pencegahan timbulnya atau masuknya kotoran yang tidak diinginkan kedalam sistim di alat berat, terutama dalam sistim pelumasan, baik itu negine, transmissi, hidrolik dan bahan bakar.
   Program pengontrolan kontaminasi adalah untuk mencegah timbulnya kerusakan komponen pada sistim atau komponen pendukung yang mengakibatkan penurunan kinerja dari alat berat, kerusakan dan penurunan kinerja alat dikarenakan dari beberapa kompponen memiliki dimensi ukuran yang tingkat toleransi ukuran yang sangat kecil dan presisi, sehingga jika terjadi kontaminasi kedalam sistim, besar kemungkinan kontaminasi tersebut akan menimbulkan kerusakan atau keausan yang berlebih, bahkan menimbulkan kemacetan komponen.
   Kontaminasi yang dikendalikan adalah :
   1. Partikel
      a. Logam
      b. Kotoran
   2. Kimia
      a. Panas
      b. Air

c. Udara

Bagaimana kontaminasi bisa berada dalam sistim, hal ini bisa terjadi dari dalam atau dari luar sistim, yang dari luar masuk melalu pada saat penggatian filter, penggantian oli, yang sebelumnya sudah tercemar ditempat penyimpanan, sedangka dari dalam adalah timbulnya partikel logam yang akibat dari keausan komponen dalam sistim.

Kontamiasi yang berupa partikel secara dimensi dinyatakan dalam satuan mikron, sebagai ilistrasi seberapa besar mikron dibanding dengan besarnya rambut bisa dilihat pada gambar 48

Gambar 48

Secara teknis kontaminasi dapat mngganggu kinerja sistim, efek buruk dari kontaminasi sering tidak langsung dirasakan akan tetapi secara perlahan-lahan dan dapat dirasakan kerusakan setelah lama, kontaminasi adalah perusak diam diam yang nyaris tidak terlihat langsung.

Untuk mencegah terjadinya kontaminasi ada beberapa hal yang harus dilakukan setiap unit akan dioperasikan yaitu:

1. Menjaga kebersihan tempat kerja
2. Menjaga kebersihan tempat penyimpanan
3. Melakukan penggantian/penambahan oli sesuai dengan prosedur
4. Penanganan dan penyimpanan suku cadang
5. Penanganan dan penyimpanan Hose
6. Proses perbaikan sesuai dengan prosedur
7. Menggunkan peralatan yang benar.

3. Pengambilan Oli Sampel Secara Berkala

Pengambialan oli secara berkala bertujuan untuk menganlisa kandungan dan kualitas oli di laboratorium, dimana olil tersebut diperiksa kandungan-kandungannya sesuai dengan perutukannya dari kemungkinan telah terjadi kontaminasi yang berakibat kemampuan oli tersebut berubah, dari hasil uji laboratorium selanjutnya dapat dilakukan tindakan pencegahan.

4. Memonitor kondisi alat

Memonitor kondisi alat adalah aktifitas pemeriksaan, pemantauan, atau pengujian pada sistim secara berkala, tujuannya untuk mengetahui kondisi dan unjuk kerja sistim, untumendapatkan hasil sbb;

1. Menekan pembiayaan operasonal
2. Mendeteksi adanya kerusakan lebih awal
3. Melakukan langkah-langkah perbaikan
4. Mengetahui sisa usia pakai alat yang optimum
5. Mencegah kerusakan parah

5. Penjadwalan perawatan

Penjadwalan perawatan adalah proses pengaturan penentuan waktu pelaksanaan perawatan, hal ini mutlak diperlukan untuk melakukan pengaturan waktu yang paling optimum sehingga proses perawatan dapat dilaksanakan sebaik mungkin dengan penggunaan sumber daya yang seefisien mungkin.

Penjadwalan dilakukan sebelum kegiatan perawatan dimulai karena hal ini berkaitan dengan strategi perawatan yang akan dilakukan untuk unit tersebut.

Penjadwalan dilakukan sebelum kegiatan dari strategi yang telah ditentukan maka semua aktifitas yang akan dilaksanakan dalam proses perawatan ditentukan waktun pelaksanaannya, penjadwalan merupakan suatu pedoman yang memiliki visi jauh kedepan, berkaitan dengan tujuan dilakukan perawatan adalah keuntungan bisnis dengan alat berat yang digunakannya sebagal alat produksi. Hasil dari strategi perawatan adalah suatu skema waktu perawatan yang akan dilakukan.

6. Pencatatan

Pencatatan ini adalah proses dekumentasi semua aktifitas dan biaya yang terjadi selama pengoperasian dan perawatan alat berat, tujuan dilaksanakan pencatatan ini agar didapat data untuk dianalisa sehingga proses perawatan dapat diukur dapat meningkatkan unjuk kerja unit.

1. Manfaat perawatan pencegahan.

Manfaat yang diperoleh oleh bagi pemilik unit alat berat jika PM dilakukan adalah

- Alat bekerja dengan effektif dan effisien.
- Rusak mendadak menjadi minim.
- Kesiapan alat beroperasi tinggi.
- biaya operasi relative rendah.
- Usia alat menjadi optimum.
- Keamanan kerja alat terjamin.
- Harga unit bekas menjadi tinggi.

Dengan hasil seperti di atas maka kesimpulannya adalah bahwa dengan perawatan yang baik maka target produksi yang diinginkan tentu akan bisa

dicapai dimana pada akhirnya akan juga mendukung diperolehnya keuntungan bisnis yang tinggi dengan biaya rendah.

- Pengecekan
- Penyetelan
- Pelumasan
- Penggantian
- Pengetesan

Semua pekerjaan tersebut harus dilakukan sesuai dengan prosedur dari pabrik untuk mendapatkan semua manfaat dari *Preventive Maintenance.* Untuk detail dari pekerjaan yang harus dilakukan bisa di lihat pada *Operation Maintenance Manual.*

check list

Check list ini adalah daftar tugas yang digunakan oleh teknisi untuk melakukan *schedule maintenance, Part Number* dari penggantian part, *dalam melaksanakan Preventive maintenance (PM)* yang terencana

PM checklist bukan pengganti dari *Operation and Maintenance Manual,* tetapi merupakan salah satu **formulir** yang harus diisi oleh teknisi ketika melakukan *maintenance,* dengan menggunakan *checklist PM* teknisi akan dapat melakukan pekerjaan secara lengkap tanpa ada yang terlewatkan, serta pekerjaan *maintenance* menjadi aman dan effisien, berikut ini beberapa tugas pekerjaan yang harus dilakukan pada setiap melaksanakan perawatan

2. Maintenance (perawtan) Interval

Maintenance interval adalah suatu rencana perawatan yang terjadwal pelaksanaan dengan tenggang waktu tertentu yaitu atau jarak tertentu, dan dilaksanakan dengan tepat waktu, misalnya perawatan setiap 10 Jam, 50 Jam, 250 Jam, 500 Jam, 1000 jam dan 2000 Jam operasi, contoh berikut:

a. Every setiap 10 service hour/daily

Item	*Service*
Walk-Around Inspection	Inspect machine
Engine Crankcase	Check oil level
Transmission	Check oil level
Hydraulic Tank	Check oil level
Radiator	Check coolant level
Fuel Tank	Drain water and sediment
Seat Belt	Inspect for wear or damage

Indicators and Gauges	Test, inspect
Winch (If Equipped)	Check oil level
Back-up Alarm	Test

b. Merawat setiap 50 Jam Operasi (Weekly)

Item	*Service*
Bevel Gear Compartment -	Check oil level
Track Pins -	Inspect
Cab Air System -	Clean filters
Ripper Linkage and Cylinder Bearings	- Lubricate

c. Merawat setiap 250 jam Operasi

Item	*Service*
Engine Crankcase	Change oil and filter. If sulfur content in the fuel is more than 1.5% by weight, use an oil with a TBN of 30 and reduce the oil change interval by one half
Cooling System	Add coolant additive
Final Drives	Check oil level
Oil Cooled Steering Brake/Clutch	Check oil level
Brakes	Test
Tracks	Adjust
Fan and Alternator Belt	Inspect, adjust, replace
Batteries	Check electrolyte lev
Engine Valve Lash	Adjust on new, rebuilt or reconditioned engines at first oil change, then at normal interval thereafter

d. Merawat setiap 500 Jam operasi

Item	*Service*
Transmission 3F/3R	Change filter
Hydraulic System	Change filter
Universal Joints	Lubricate
Power Take-Off (If Equipped)	Lubricate
Power Take-Off Bearing (If Equipped)	Lubricate
Fuel System	Change filter
Fuel Tank	Clean cap and fill screen
Winch Filter and Magnetic Strainer (If Equipped)	Change element, wash strainer

e. Merawat setiap 1000 Jam operasi

Item	*Service*
Engine Crankcase Breather	Clean Breather
Transmission	Change Oil - Wash Breather
Final Drives	Change Oil
Winch (If Equipped)	Change Oil - Wash Breather
Rollover Protective Structure (ROPS)	Inspect
Hydraulic Tank	Change Oil
Engine Valve Lash	Adjust
Bevel Gear Compartment	Change Oil And Breather
Oil Cooled Steering Brake/Clutch	Change Oil
PCV Valve (If Equipped)	Replace Diaphragms

f. Merawat setiap 2000 Jam operasi

Item	*Service*
Engine Valve Lash	*Adjust*

Hydraulic system oil	Change oil
Cooling system	Change coolant
Track roller frame guide	*Inpect for wear*

Dari semua daftar peraatan tersebut diatas tidak berlaku untuk semua jenis alat berat. Akan tetapi berbeda-beda, untuk lebih tepatnya harus merujuk pada literatur dari jenis/model alat berat yang sedang dikerjakan.

Untuk Perawatan 2000 Jam Operasi, maka yang dilakukan adalah mulai dari 10, 50, 250, 500, 1000 Jam operasi tetap dilaksanakan.

Latihan

Coba lakukan perawatan 10 dan 50 Jam operasi pada unit alat berat yang ada, buatlah laporannya dan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing, pengalaman-pengalaman dilapangan.

PEMERIKSAAN KELILING (WALK-AROUND INSPECTION)

Yang dimaksud denga pemeriksaan keliling adalah lankah awal sebelum alat berat itu dioperasikan, tujuannya untuk mengetahui keadaaan alat berat itu dari kemungkinan-kemungkinan ada kerusakan, baut longgar, oli bocor dll, dan dapat terelihat dengan kasat mata dan harus langsung ditangani,selain itu pada pemeriksaan keliling yang dilakukan sama dengan pemeriksaan 10 Jam

Latihan

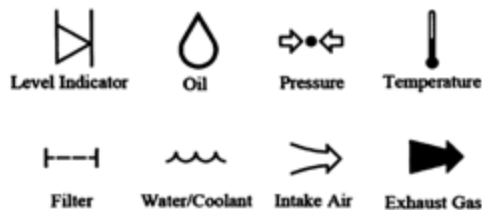
Coba lakukan pemeriksaan keliling terhadap unit alat berat yang ada, periksalah dari kemungkinan adanya baut longgar pada Track, Track roller, Blade, actuator, adanya kebocoran oli hidrolik maupun oli *engine, buat laporan dan diskusikan dengan teman dan guru pembimbing*

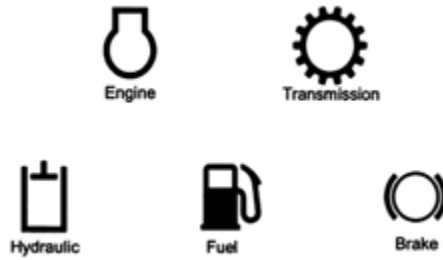
ISO SYMBOLS

Tujuan dari topik ini adalah untuk mengenalkan symbol-simbol ISO yang digunakan pada machine. Ada banyak simbol ISO yang digunakan di seluruh dunia. Pelajaran ini akan membahas simbol-simbol penting yang berhubungan dengan pekerjaan Anda. Selalu mengacu pada OMM yang sesuai dengan machine anda untuk deskripsi dari simbol ISO dan decals. Poin penting tentang keselamatan dan simbol untuk mesin Anda dapat ditemukan pada awal bagian keselamatan dari OMM.
Ada 5 kategory symbol ISO yang sering digunakan, yaitu:

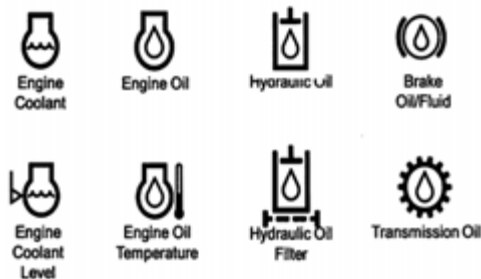
- *Basic symbols*
- *System symbols*
- *Advance symbols*
- *Additional symbols*
- *Basic safety symbols*

1. Basic Symbols

Basic *symbols* (gambar 49) adalah sismbol-simbol dasar yang digunakan pada machine. Yang termasuk *Basic symbols* diantaranya (dari kiri ke kanan) adalah:

Gambar 49

1. *Level Indicator,* digunakan sebagai indicator ketinggian dari sebuah system.
2. *OH,* merupakan symbol oli dari sebuah system.
3. *Pressure,* simbol tekanan
4. *Temperature,* simbol *temperature* atau suhu dalam sebuah system.
5. *Filter,* merupakan simbol *filter* dari sebuah system.
6. *Water/coolant,* merupakan simbol cairan pendingin.
7. *Intake Air,* merupakan simbol udara masuk.
8. *Exhaust Gas, merupakan simbol gas buang.System symbols*

gambar 50

System symbols (gambar 50) adalah simbol-simbol yang digunakan untuk meng-identifikasi system pada suatu machine.Yang merupakan *System symbols* adalah:

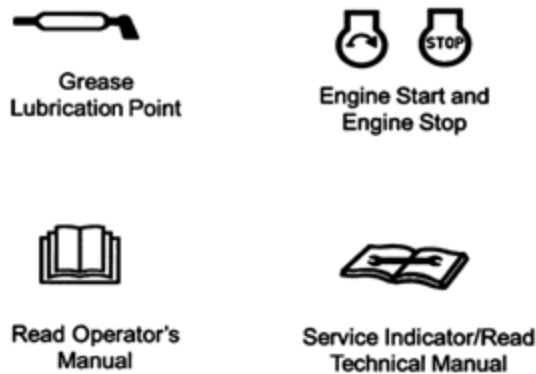
1. *Engine,* merupakan simbol dari *engine.*
2. *Transmission,* merupakan simbol transmisi.
3. *Hydraulic,* merupakan simbol hidraulik.
4. *Fuel,* merupakan simbol bahan bakar.
5. *Brake, merupakan simbol dari rem*

2. Advanced Symbols

Gambar 51

Advanced Symbols gambar 51 adalah gabungan dari *Basic symbols* dengan *System symbols.* Yang termasuk *Advanced symbols* diantaranya (dari kiri ke kanan) adalah:

1. *Engine Coolant,* merupakan simbol dari cairan pendingin *engine.*

2. *Engine Oil,* merupakan simbol dari oli *engine.*
3. *Hydraulic Oil,* merupakan simbol dari oli hidraulik.
4. *Brake Oil/Fluid,* merupakan simbol dari oli brake/rem.
5. *Engine Coolant Level,* merupakan sinmbol dari ketinggian cairan pendingin engine.
6. *Engine Oil Temperature,* merupakan simbol dari temperature oli engine.
7. *Hydraulic Oil Filter,* merupakan simbol dari filter hidraulik.
8. *Transmission Oil,* merupakan simbol dari oli transmisi.

3. Additional symbol

Gambar 52

Additional Symbols gambar 52 adalah simbol-simbol panduan yang penting bagi teknisi PM, biasanya berisikan petunjuk yang harus dilakukan sebelum melakukan pekerjaan tersebut atau simbol yang digunakan untuk menunjukkan tempat atau informasi tambahan.

Diantaranya adalah:

1. *Grease Lubrication Point*
2. *Engine Start* dan *Engine Stop.*
3. *Read Operator's manual.*
4. *Service Indicator/Read technical Manual.*

4. Basic Safety Symbols

Gambar 53

Safety merupakan prioritas yang utama, simbol-simbol (gambar 53) ini akan sering anda temui pada machine, dengan memahami simbol-simbol ini berarti anda peduli dengan aspek *safety* bagi diri anda, untuk lebih detailnya anda bias melihat keterangan simbol-simbol *safety* pada bagian Keselamatan pada OMM. Pahamilah semua simbol-simbol *safety* diatas demi keselamatan diri anda sendiri.

Pemeriksaan sebelum engine dihidupkan

Diesel engine memproduksi karbon dioksida cukup besar, hal ini mempengaruhi kesehatan, untuk nitu hidupkan engine ditempat terbuka dan tempat yang berfentilasi baik. Hal yang harus dilakukan adalah**:**

1. Cek semua volume oli, engine, hydroulic dan transmissi
2. Cek volume coolant pada sistim pendingin
3. Cek volume bahan bakar.
4. Stel posisi tempat duduk sebelum engine start, untuk mendapatkan posisi operator terhadap pedal lebih baik.
5. Stel kekencangan seat belt,
6. Pasang seat belt saat mulai menghidupkan *engine*

Hal –hal tersebut diatas perlu dilakukan dengan tujuan keselamatan bagi operator maupun ketahanan alat berat itu tercapai

MENGHIDUPKAN ENGINE

Sebagai alasan keselamatan Sebelum menghidupkan engine maka perlu dilakukan adalah hal sbb:

1. Posisikan tuas transmissi ke posisi netral,
2. Posisikan rem parkir pada posisi mengerem
3. Posisikan tuas pengotrol attachment ke posisi HOLD
4. Tarik tuas pengotrol governor hingga ke posisi stop, kemudian dorng kembali hingga ke posisi LOW IDLE
5. Putar disconect switch ke posisi ON
6. Tekan STAR knob hingga engine hidup, lepas knob stelah engine hidup

Posisi tuas netral bertujuan agar tida terjadi pergerakan pada saat engine hidup, ingat diesel engine pada saat awal hidup, sesaat akan hidup dengan putaran maksimum, hal ini akan membahayakan jika transmissi posisi ON, sedangkan tuas attachment sama demikian, akan terjadi pergerakan yang tidak terkontrol,

1. Pemeriksaan Engine Saat Hidup

2. Setelah engine hidup

PENGOPERASIAN ALAT BERAT

Sebelum mengoperasikan unit alat berat D5C Track type tractor, perhatikan tidak ada yang sedang bekerja disekitar unit alat berat, untuk menhindari kecelakaan dan tetaplan unit dalam kadaann terkontrol untuk menghindari kecelakaan.

Ikuti prosedur pengoperasian sesuai dengan SOP pada buku manual dari unit yanng akan dioperasikan dan ikuti segala sesuatu yang diintruksikan oleh guru pembimbing, jangan melakukan tanpa pembimbing untuk menjaga terjadinya kecelakaan fatal.

Langkah-langkah mulai menggerakan unit alat berat.

1. Stel posisi tempat duduk sesuai dengan keperluan
2. pasangkan sabuk pengaman.
3. Hidupkan engine
3. Gerakan semua attachment.
4. injak pedal Rem aga unit alat berat tidak bergerak.
5. bebaskan rem parkir
6. lepaskan pengunci tuas pemindah percepatan.
7. Dorong tuas pemidah percepatan sesuai dengan arah yang diinginkan
8. Bebaskan injakan pedal rem .
9. putar pengontrol kecepatan putaran engine (governor) hingga mencapai putaran yang diinginkan

1. Arah dan pemindahan kecepatan

Kecepatan dan arah pada saat putaran engine maksimal ini dimungkinkan, bagaimanapun untuk alasan kenyamanan dan daya tahan dari koponen transmissi, maka direkondasikan operator untuk melakukan penurunan kecepatan engine dan pengereman, begitu pula jika akan mekukan pergantian arah.

1. Lakukan penurunan kecepatan engine atau mengijak pedal rem
2. Injak pedal rem untuk menghentikan unit alat berat
3. Posisika tuas transmissi ke posisi netral
4. Masukan gigi kecepatan dengan mendorong tuas kpe posisi kecepatan yang diinginkan
5. Bebaskan tekanan injakan pedal.
6. Naika kecepatan putaran engine, dengan menarik tuas pengontrol kecepatan engine.

---

catatan

Jangan menggunaka pedal Rem sebagai tempat sandaran kaki, agar tid. K merusak komponen Rem

---

Kurangi kecepatan putaran engine saat akan melakukan belok kiri maupun kanan atau melakkukan pengereman

Pilih dan posisikan tuas pemindah kecepatan ke posisi yang paling rendah, jangan melakukan perpindahan kecepatan selama di permukaan tanah menurun

Pilih posisi posisi gear yang paling rendah sebelum mulai berjalan ditempat menurun

Sebaiknya memposisikan gear selektor ke posisi sama saat berjalan ditempat menurun maupun ditempat yang mendaki.

Jangan membiarkan engine overspeed pada saat berjalan ditempat yang menurun, gunakan service brake pedal untuk menurunkan engine overspeed selama berjalan ditempat menurun.

Latihan

Lakukan mengidentikasi pengoperasian dan latihan mengoperasikan unit alat berat, tanyakan kepada pembimbing sebelum memulai untuk keselamatan

PERAWATAN SISTEM PENDINGIN

Inspeksi Visual Pada Sistem Pendingin

1. Cek ketinggian level coolant pada sistem pendingin.
2. Periksalah kebocoran pada system system pendingin.

CATATAN:

Seal water pump: sedikit kebocoran coolant yang terjadi pada permukaan seal "face-type" adalah normal hal ini dibutuhkan untuk menyediakan pelumasan pada seal jenis ini. Sebuah lubang yang ada di housing water pump digunakan agar coolant atau pelumas seal dapat mengalir dari housing pompa. Sejumlah kecil kebocoran coolant secara intermittent dari lubang ini bukan mengidentifikasikan kerusakan pada seal water pump. Gantilah seal water pump hanya jika kebocoran besar terjadi atau aliran coolant yang terus – menerus mengalir dari housing water pump.

---

3. Periksalah kebengkokan sirip – sirip radiator. Yakinkan bahwa aliran udara yang melewati radiator tidak terhambat.
4. Periksalah kekencangan belt untuk kipas radiator.
5. Cek kerusakan pada fan blade.
6. Periksalah jika ada gelembung gas buang atau udara di dalam sistem pendingin.
7. Periksalah filler cap dan seal untuk menyekat pada cap.

1. Inspeksi Visual Pada Aliran Udara

Aliran udara yang mengalir melalui kisi – kisi radiator digunakan untuk menyerap panas dari coolant sistem pendingin.

Agar udara dapat mengalir melalui radiator maka dibutuhkan kipas. Aliran udara yang mengalir melalui kisi – kisi radiator tidak akan maksimal jika terhambat oleh material luar, seperti: serangga, rumput, daun dan kotoran yang tersangkut pada kisi – kisi radiator. Inspeksi secara visual diperlukan untuk menentukan hambatan udara pada kisi – kisi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan pencahayaan yang diletakkan di atas kisi – kisi radiator kemudian dilihat dari sebelahnya untuk mengamati adanya hambatan aliran udara.

Material asing di kisi – kisi radiator harus selalu dibersihkan menggunakan steam cleaning dari arah yang berkebalikan dengan aliran udara. Periksalah kipas pendingin dari keretakan yang diakibatkan karena kipas yang sudah fatique pada sekeliling blade dan sambungan – sambungan pengelasan.

Pengoperasian kipas yang benar harus pula ditentukan. Prosedur pengetesan akan berbeda – beda tergantung pada tipe penggerak yang dipasangkan pada fan radiator. Periksalah bearing pada viscous fan coupling karena jika bearing mempunyai clearance terlalu besar dapat mengakibatkan fan tidak dapat bekerja maksimal dan mengalami kerusakan. Lakukan inspeksi untuk memeriksa kebocoran oli.

Pada hub juga perlu diperiksa untuk memastikan engagement yang benar pada temperature operasi yang sesuai. Hal ini membutuhkan sebuah hot air gun atau sumber pemanas lain yang mampu mengaktifkan bimetallic strip dan control pin sehingga fan akan berputar. Engine harus dioperasikan pada saat melakukan test ini sehingga perlu hati – hati pada komponen –komponen yang berputar.

Beberapa manufaktur merekomendasikan untuk melepas bimetallic strip dan control pin. Simulasi ini menggambarkan saat kondisi panas maksimum ketika engine beroperasi sehingga fan harus berputar maksimum.

Fan clutch harus beroperasi dengan temperatur kerja yang sesuai. Periksalah kerja dari sensing valve dengan cara memanaskan control valve pada temperatur tertentu dan ketika udara sudah cukup mendinginkan maka valve harus berhenti aktif. Pakailah peralatan elektrik (electric jug) dan sebuah thermometer untuk melakukan test ini. Spesifikasi dan prosedur yang benar dapat di lihat pada Service manual pada section Testing & adjusting.

2. Sirkulasi Coolant

Sirkulasi coolant harus efisien dan benar pada system pendingin untuk mencegah terjadinya overheating pada tempat – tempat tertentu terutama pada coolant di sekitar water jacket dan cylinder head.

Volume aliran coolant yang di pompakan oleh water pump bisa berkurang jika ada hambatan terhadap aliran karena kotoran, sediment atau karat yang terbentuk pada permukaan komponen – komponen system pendingin.

Water pump berfungsi untuk mensirkulasikan coolant pada sistem pendingin. Aliran coolant akan berkurang dan tidak efisien jika terjadi kerusakan pada komponen – komponen di dalam water pump seperti impeller mengalami korosi atau slipping, drive shaft patah, dll. Kerusakan tersebut akan menyebabkan meningkatnya temperatur coolant karena sirkulasi yang kurang baik. Kerja dari thermostat juga perlu diperiksa.

Thermostat harus terbuka penuh sekitar 8°C (45°F) di atas temperatur bukaan thermostat.

3. Radiator Core Flow

Perawatan coolant dan system pendingin yang benar dapat mengurangi resiko tersumbatnya core pada radiator. Dan sebaliknya jika perawatan tidak dilakukan maka core pada radiator dapat tersumbat oleh debu, karat dan kontaminan.

Pada beberapa desain radiator core pada radiator dapat di periksa melalui filler neck. Pada radiator besar yang menggunakan header tank, inspeksi visual ini tidak dapat dilakukan.

Indikasi hambatan pada core dapat terlihat menggunakan prosedur berikut:

- Langkah 1 Buka hose radiator atas dan bawah dan arahkan hose menghadap ke bawah.
- Langkah 2 Tutup sambungan hose pada radiator.
- Langkah 3 Isilah radiator dengan air dan biarkan tutupnya terbuka.
- Langkah 4 Buka tutup bagian bawah pada leher hose bagian bawah.
- Langkah 5 Air seharusnya menyemprot keluar sangat deras.
- Langkah 6 Panjang semprotan akan memendek seiring dengan menurunnya level air didalam.

Jika air yang keluar tidak mengalir cukup deras maka top tank dan bottom tank radiator perlu di lepas sehingga core dapat dibersihkan.

Udara Di Dalam Coolant

Terjadinya aeration pada system pendingin memerlukan tindakan perbaikan secepatnya. Gelembung udara yang terperangkap di sekitar water jacket dan cylinder head akan menyebabkan terhambatnya proses perpindahan panas. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya overheating sehingga komponen – komponen dapat mengalami keretakan.

Udara juga berkumpul di sekitar thermostat sehingga element thermostat tidak dapat beroperasi pada temperatur yang tepat. Hal ini akan menyebabkan terjadinya overheating pada coolant selama engine warm up.

Stress pada komponen akan terjadi karena ketika thermostat mulai terbuka dan coolant dengan temperatur rendah setelah melewati radiator akan mengalir ke jacket water dimana sebelumnya telah terjadi overheating.

Untuk memeriksa gelembung udara pada coolant, pasanglah sight glass yang bening pada vent line yang ke radiator dan hose di atas dan bawah radiator. Sight glass dapat menggunakan special tool atau pipa plastik yang bening. Sight glass yang di pasang di bagian bawah harus menggunakan pipa yang kuat untuk mencegah agar tidak kempes (collapse) oleh kevakuman yang terjadi selama melakukan test.

Pastikan level coolant benar selama melakukan test. Terjadinya aeration akan terlihat dengan adanya gelembung udara pada coolant yang mengalir di bagian atas di sepanjang sight glass.

Gelembung udara pada sight glass di bagian bawah mengindikasikan adanya kebocoran di radiator atau terjadinya hambatan aliran di dalam core. Gelembung udara pada hose bagian atas atau saluran bleeding mengindikasikan problem pada engine.

Sumber terjadinya gelembung udara (aeration) adalah seal water pump bocor, sambungan hose kendor, gasket head rusak atau retaknya combustion chamber. Gelembung udara timbul karena adanya kerusakan pada gasket dan keretakan sehingga udara masuk ke coolant gallery.

4. Inspeksi Water Pump

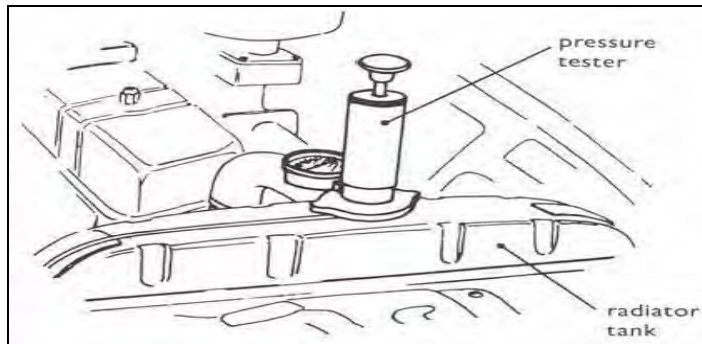
Umumnya water pump harus dilepas dari engine untuk memeriksa kondisi impeller apakah terjadi karat atau kerusakan akibat cavitation tetapi pada beberapa engine mempunyai sambungan inlet atau outlet yang dapat dibuka untuk memeriksa kondisi impeller.

Jika ditemukan terjadi pitting atau kerusakan core pada komponen – komponen system pendingin maka perlu dilakukan perbaikan atau penggantian water pump.

Kondisi bearing pada belt penggerak pompa dapat di periksa dengan cara melepas drive belt dari pulley kemudian putar shaft dan periksa apakah terjadi gerakan yang kasar atau kekendoran di bearing.

Untuk memeriksa kondisi seal spring tension pada permukaan seal karbon di dalam water pump yaitu dengan cara memutar pulley dan amati bagaimana pulley tersebut berhenti.

Seal yang terpasang terlalu kekencangan akan membuat pulley berhenti dengan cepat dengan akhiran pergerakan pulley yang kasar. Kondisi bagian karet seal tidak bisa diinspeksi dan jika ditemukan kebocoran maka harus dilakukan perbaikan water pump.

5. Pengujian Tekanan

Gambar 10.72 Pengetesan tekanan

Melakukan pengetesan tekanan di dalam system pendingin merupakan salah satu dari perawatan dan inspeksi berkala yang sangat penting (Gambar 10.72). Kebocoran coolant yang terjadi secara terus menerus baik besar maupun kecil pada engine yang sedang beroperasi dapat menyebabkan kekurangan coolant di dalam system pendingin.

Coolant dijaga pada tingkat konsentrasi yang tepat dan memiliki tingkat PH yang rendah. Hal ini berarti bahwa bahwa coolant di klasifikasikan soft water dan memiliki kualitas pencarian bocor (leak searching quality). Walaupun clamp hose diikat dengan benar, atau kekencangan gasket dipelihara dengan benar, kebocoran mungkin masih dapat terjadi. Kebocoran coolant dapat terjadi:

- Ketika engine dingin saat tekanan di dalam system mulai berkurang dan tidak ada pemuaian akibat panas pada sambungan – sambungan sistem pendingin.
- Ketika sistem pada temperatur kerja operasi dan tekanan meningkat.

Kebocoran yang sangat kecil kemungkinan akan sulit untuk di temukan karena kebocoran coolant yang sedikit akan langsung menguap sehingga susah mengidentifikasi tempat terjadinya kebocoran.

Ingat bahwa temperatur dan tekanan saling berhubungan. Ketika melakukan diagnosa pada sistem pendingin periksalah tekanan dan temperatur pada sistem pendingin. Tekanan akan sangat berpengaruh terhadap temperatur coolant pada sistem pendingin.

Pengujian Sistem Pendingin untuk Kebocoran Luar

Ikutilah prosedur pengetesan kebocoran pada radiator dan sistem pendingin:

1. Lepaslah radiator cap dari radiator.
2. Pastikan level coolant benar yaitu level di atas core radiator.
3. Pasanglah Pressurising Pump ke radiator.
4. Pompalah Pressurising Pump sampai tekanan yang terbaca pada indikator menunjukkan tekanan pada system pendingin 10% lebih besar dari spesifikasi tekanan yang ada pada radiator cap.
5. Periksa kebocoran radiator dari sisi luar.
6. Periksa kebocoran pada semua sambungan dan hose yang di pakai pada sistem pendingin.
7. Jika tidak ditemukan adanya kebocoran dari sisi luar dan pembacaan tekanan pada indikator masih sama setelah lima menit maka hal itu menunjukan tidak terjadi kebocoran pada radiator dan sistem pendingin. Jika pembacaan pada indikator turun tetapi tidak ditemukan kebocoran dari sisi luar maka hal ini menunjukan terjadinya kebocoran di bagian dalam sistem pendingin. Lakukanlah perbaikan seperlunya.

6. Pengujian Tekanan Pressure Cap

Salah satu penyebab kebocoran tekanan di dalam sistem pendingin adalah kerusakan pada seal pada radiator pressure cap. Setelah engine dingin kendorkan radiator pressure cap dan biarkan tekanan keluar dari sistem pendingin. Kemudian lepaslah radiator pressure cap.

Periksalah kondisi radiator pressure cap. Periksalah jika ada kerusakan pada seal atau permukaan seal. Bersihkanlah jika di temukan ada material asing atau endapan kotoran pada cap, seal atau permukaan seal.

Gambar 10.73 Pengetesan radiator cap

Pressurising Pump seperti di tunjukkan pada Gambar 10.73 berfungsi untuk memeriksa kondisi pressure cap dan juga melakukan pemeriksaan kebocoran pada system pendingin. Untuk memeriksa apakah pressure cap beroperasi pada tekanan yang tepat gunakanlah prosedur di bawah ini:

1. Lepaskan pressure cap dari radiator. Periksa kondisi cap.
2. Pasanglah pressure cap pada adapter yang terhubung dengan Pressurising Pump.
3. Lihatlah nilai tekanan yang ditunjukan pada indikator saat pressure cap membuka.
4. nilai yang di tunjukan pada indicator saat pengetesan dengan spesifikasi pressure cap yang tepat (biasanya di stamp pada pressure cap)
5. Jika pressure cap tidak memenuhi spesifikasi atau rusak lakukan penggantian pressure cap yang baru.

7. Pengujian Water Temperature Indicator

Jika coolant engine terlalu panas dan terjadi kehilangan coolant pada system pendingin kemungkinan di sebabkan oleh berkurangmya tekanan pada system. Jika indicator (gauge atau warning light) menunjukan bahwa temperatur coolant engine terlalu panas lakukan pemeriksaan kebocoran coolant.

Jika kebocoran tidak di temukan periksalah keakuratan indicator. Untuk memeriksa keakuratan sebuah indicator gunakan indicator yang masih akurat sebagai alat pembanding dan juga gunakan Caterpillar 4C6500 Digital Thermometer Group.

Hidupkan engine sampai mencapai temperatur kerja kemudian bacalah nilai temperatur pada test indicator, indicator temperatur coolant dan thermometer. Pembacaan temperatur pada ketiga alat tersebut harus menunjukan nilai yang sama.

8. Pengujian Thermostat (Temperature Regulator)

Kondisi water temperatur regulator dapat diperiksa dengan memanaskannya didalam tempat yang berisi air. Tempatkan thermometer untuk mengukur temperatur air, catat temperatur pada saat regulator mulai membuka dan pada saat terbuka penuh.

Temperatur saat thermostat terbuka penuh harus lebih tinggi 8°C (45°F) dari temperatur bukaan thermostat yang tertera pada sisi thermostat.

Prosedur umum untuk melakukan pengetesan thermostat adalah sebagai berikut:

Rendamlah thermostat ke dalam wadah berisi air dan panaskan sampai valve terbuka.

1. Keluarkan thermostat dari air dan masukkan feeler strip diantara valve dan dudukannya, (valve akan tertutup dan dan menjepit strip).
2. Biarkan air mendingin atau tambahkan air dingin untuk menurunkan temperatur air sampai nilai di bawah temperatur bukaan thermostat.
3. Kemudian masukan lagi thermostat ke dalam air dan panaskan kembali air secara bertahap. Strip akan terlepas ketika thermostat mulai terbuka. Hal ini di lakukan untuk mengetahui temperatur bukaan thermostat sesuai dengan spesifikasi.
4. Panaskan terus air sampai temperatur lebih tinggi untuk menentukan pada temperatur berapa valve terbuka penuh.

NOTE:

Jangan pernah berasumsi bahwa valve pasti terbuka penuh – selalu lakukan pemeriksaan. Angkatlah thermostat menggunakan kawat pengait kemudian periksalah jarak pembukaan thermostat.

Ketika melakukan pengetesan ini, thermostat tidak boleh menyentuh dinding wadah karena dapat menyebabkan hasil yang di dapatkan tidak akurat.

Prosedur untuk Pengujian Thermostat Caterpillar

Lepas thermostat.

1. Panaskan air dalam wadah sampai temperatur 98°C (208°F). Aduklah air di dalam wadah sehingga pemanasan dapat merata.
2. Masukkan dan gantung thermostat di dalam wadah air. Thermostat harus di tengah – tengah wadah air.

Jaga air pada temperatur yang sesuai selama sepuluh menit.

Setelah sepuluh menit, ambil thermostat dan secepatnya diukur jarak bukaan

thermostat. Jarak minimum harus :

a. 111-8010 Water Temperature Thermostat ... 9.5 mm (0.37 in);
b. 4W4794 Water Temperature Thermostat ... 10.4 mm (0.41 in).

3. Gantilah thermostat apabila jarak bukaan tidak sesuai dengan spesifikasi.

Pembersihan Core Radiator

PERINGATAN :

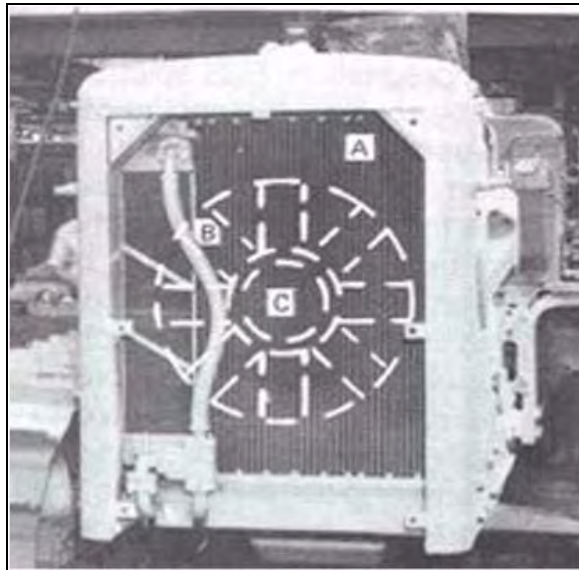
Pakailah selalu pelindung mata ketika melakukan pembersihan sistem pendingin. Lakukan pembersihan core radiator dengan engine dalam keadaan tidak hidup.

Conventional Radiator

Lepaskan kisi – kisi jeruji radiator (radiator grill) dari machine. Tentukan arah aliran udara. Jika machine dilengkapi dengan blower fan, core harus dibersihkan dari arah yang berlawanan dengan fan.

Jika machine dilengkapi dengan suction fan, core harus dibersihkan searah dengan arah fan radiator. Fan shroud harus dilepas untuk membersihkan core radiator yang menggunakan suction fan.

Untuk membersihkan core yang kotor oleh debu, dedaunan, ranting kecil, jaring – jaring, sobekan kain katun, dll maka gunakan udara bertekanan sebesar 345 kPa (50 psi).
Pegang nozzle dengan jarak kurang lebih 6 mm (1/4”) dari sirip – sirip (fin). Gerakkan secara perlahan nozzle ke arah atas dan ke bawah untuk membersihkan kotoran di antara pipa yang vertikal di core radiator.

Biasanya, kotoran pada core radiator yang menggunakan blower fan akan lebih tebal dan lengket dibandingkan dengan kotoran pada core radiator yang menggunakan suction fan. Untuk memastikan kebersihan core radiator gunakan cahaya dari belakang radiator.

Gambar 10.74

Pada machine menggunakan blower fan, kotoran yang tebal terletak pada area A (Gambar 10.74) pada sudut bagian luar core radiator di sekitar fan. Area B pada core radiator merupakan perkiraan lokasi dimana aliran udara sangat tinggi sehingga lokasi tersebut mempunyai beberapa kotoran namun tidak setebal kotoran pada area A.

Hal ini akan menyebabkan sebagian besar kotoran akan berada di baris ke dua dan ke tiga dari tube di radiator core. Area C dari radiator core adalah lokasi perkiraan dari fan hub. Percepatan aliran udara sangat rendah di area ini dan akan tetap cukup bersih sepanjang waktu.

Air bertekanan adalah merupakan cara yang sangat baik untuk membersihkan kotoran keluar dari radiator core. Pastikan tekanan air tidak terlalu tinggi karena dapat merusak fin pada radiator.

Jika terdapat oli pada sirip radiator core, gunakan steam cleaner dan sabun untuk menghilangkannya. Gunakan udara bertekanan di workshop untuk menghilangkan kotoran yang mudah lepas sebelum menggunakan steam cleaner.

Beberapa material seperti kulit kayu red-wood atau serpihan kertas (biasanya ditemukan di tempat operasi penimbunan sampah) dan tipe material yang berserabut sangat susah dihilangkan.

Jika diperlukan, lepas radiator core dari machine, gunakan udara dari workshop dan

steam cleaner. Pastikan core secara seksama dibersihkan sebelum dipasang di machine.

Pembersihan Bagian Luar Folded Core Radiator

Gambar 10.75 Folded Core radiator

Meskipun Folded Core Radiator terlihat berbeda dari core radiator standar, prinsip pendinginan dan pembersihannya sama saja. Tindakan pencegahan yang sama dengan radiator standar yang harus digunakan pada folded core radiator. Sebagai contoh, pada aplikasi perkayuan, pelindung engine harus digunakan dan terjaga perbaikannya dengan baik.

Untuk machine yang digunakan di aplikasi yang berdebu, radiator harus disemprot pada jangka waktu yang teratur. Radiator mudah mengalami sumbatan pada aplikasi tertentu dan tindakan pemeliharaan harus diatur untuk kondisi ini. Sebagaimana core standar, pemeliharaan yang masuk akal harus tetap dijalankan.

Udara bertekanan, air bertekanan tinggi dan steam adalah tiga pembersih kelas medium yang dianjurkan dimana dapat digunakan untuk membersihkan core radiator ini. Untuk debu, dedaunan, dan kotoran pada umumnya, metode yang manapun bisa digunakan. Namun, penggunaan udara bertekanan lebih dianjurkan.

Hasil yang dapat diterima akan didapat dengan membuka jeruji bagian depan dan mengarahkan media pembersih dengan sudut yang tepat ke bagian depan masing-masing permukaan core. Gerakkan nozzle dari bagian tengan menuju bagian atas di tiap-tiap core, dilakukan dari belakang vee, dan kemudian kembali lagi ke depan vee. Gerakkan melintasi seluruh permukaan tiap core dan kemudian lakukan pada setengah bagian bawahnya.

Pada kondisi lapangan dan setelah core mendapatkan pembersihan menyeluruh (sikat, air, dll.), start dan hangatkan engine, dan akselerasikan ke high idle beberapa kali atau sampai kotoran yang lepas tidak tersembur keluar lagi dari core. Stop engine dan periksa kembali permukaan core. Waktu pemeriksaan bisa lebih pendek pada langkah kedua ini. Start engine kembali dan akselerasikan ke high idle beberapa kali.

Sebuah metode untuk meningkatkan kecepatan aliran udara yaitu meletakkan sepotong kayu lapis pada tiga bagian terbawah dari radiator. Letakkan kayu lapis di antara jeruji dan radiator ke arah bagian bawah core. Kayu lapis tersebut kemungkinan perlu diikat dengan kawat pada tempatnya.

Start dan akselerasikan engine beberapa kali atau sampai kotoran berhenti terbuang. Stop engine dan kemudian posisikan ulang kembali kayu lapis ke arah bagian atas core. Ulangi proses pengakselerasian engine.
Penambahan kecepatan aliran udara akan membantu dalam membuang kotoran di antara fin. Jika steam atau air digunakan, lanjutkan mengoperasikan engine sampai core panas dan tidak lagi air yang menguap dari fin. Machine kemudian sudah siap untuk digunakan.

PERINGATAN :

Janganlah menyemprotkan air dingin ke engine sedang panas atau radiator. Retak akibat panas dapat terjadi, menyebabkan kerusakan serius pada engine.

Jika ditemui oli, getah atau lumpur, maka dibutuhkan prosedur pembersihan yang berbeda. Oli dan getah dapat dibersihkan dari core menggunakan degreaser yang ada di pasaran. Degreaser harus diberikan di kedua sisi permukaan core, khususnya area sumbatan yang terlihat. Biarkan tetap basah selama minimum lima menit dan kemudian cuci core. Gunakan air bertekanan yang panas dan sedikit deterjen.

Pusatkan upaya pembersihan pada area yang terkena oli dan getah, dilakukan dari kedua sisi core. Pastikan mencuci area tiap ujung masing-masing core di seputar seal. Oli yang berlebihan di area ini dapat merusak seal. Setelah pencucian, bilas core dengan air panas.

Start engine, akselerasikan engine beberapa kali dan bilas core lagi. Ulangi proses pembilasan ini sampai gelembung sabun tidak keluar lagi dari fin. Lanjutkan mengoperasikan engine sampai tidak ada lagi uap air yang muncul dari fin.

Penyumbatan akibat lumpur dapat terdiri dari dua jenis: percikan lumpur dan resapan lumpur. Percikan lumpur dapat dengan mudah dihilangkan dengan mematikan engine dan menyemprotkan air di kedua sisi core untuk melunakkan lumpur. Jika panas dari

radiator menyebabkan air menguap, semprot core lagi.

Jika lumpur telah melunak, arahkan nozzle air dari sisi kipas menuju bagian depan radiator. Jaga posisi nozzle agar tegak lurus dengan permukaan tiap core. Pastikan hose nozzle tidak menekan fin radiator. Tekanan pada fin dapat membengkokkan atau merusaknya.

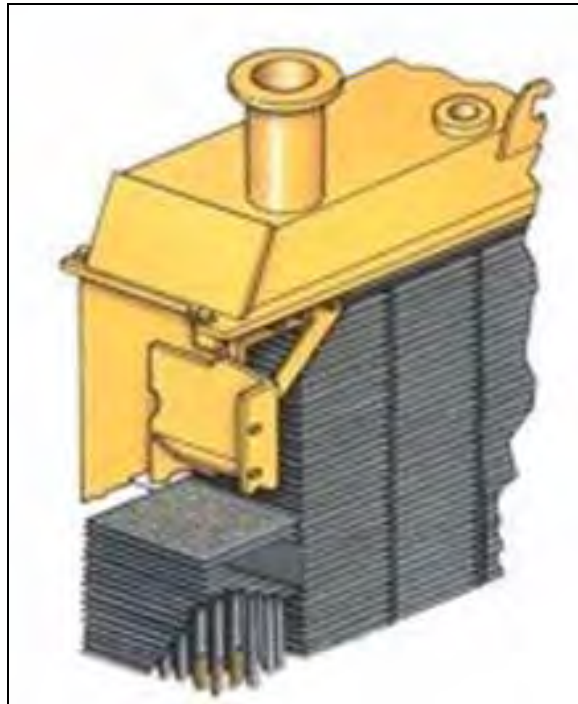
Kemudian lanjutkan dari bagian depan radiator dan semprotkan air pada tiap core. Jaga posisi nozzle mengarah ke bagian belakang engine. Posisi nozzle seperti ini menjadikan lumpur mengelupas atau tersapu. Setelah lumpur terkelupas, posisikan kembali nozzle pada pembersihan biasa dan semprotkan melintasi core assembly.

Ketika air dari core terlihat bersih, berarti core telah bersih. Pastikan untuk mengeringkan radiator seperti disebutkan sebelumnya. Potongan kecil dari percikan lumpur dan kotoran yang lain dapat dihilangkan dengan sikat bulu.

Resapan lumpur sangat sulit untuk dibersihkan pada radiator jenis apapun. Untuk hasil terbaik, lepas penutup fan, fan dan shroud. Semprot kedua sisi dengan air bertekanan tinggi hingga air yang mengalir di antara fin terlihat bersih. Untuk memeriksa kebersihan core radiator, pemberian cahaya di bagian belakang core dapat digunakan untuk memeriksa kotoran. Jika kotoran terlihat, diperlukan pembersihan tambahan.

Jika pembersihan resapan lumpur ini tidak memberikan hasil yang baik, lepaskan radiator. Tutup lubang inlet dan outlet di bagian atas dan bawah tangki dan letakkan di sebuah tangki besar yang berisi air dan deterjen.

Setelah perendaman dan penggoncangan core radiator di dalam air, bilaslah dengan air panas dan keringkan dengan udara. Waktu yang dibutuhkan untuk perendaman disesuaikan dengan masalah yang ada.

Membersihkan Bagian Luar Pada Multiple Row Module Radiator

Gambar 10.76 - Multiple row module radiator

Multiple Row Module Radiator tersusun dari lipatan core radiator, yang menggantikan standard core radiator pada kebanyakan peralatan. Multiple row module radiator menggunakan individual core assemblies, namun sangat mengurangi dengan baik banyak masalah penyumbatan yang sebelumnya terjadi. Karena radiator jenis ini serupa dengan dua jenis lainnya, lihat ―Pembersihan Bagian Luar Standard Core Radiator", dan ―Pembersihan Bagian Luar Folded Core Radiator".

9. Pembersihan Komponen Bagian Dalam Dari Sistem Pendingin

PERINGATAN :

Jangan memakai Caterpillar Cooling System Cleaner dengan Dowtherm 209 Full-Fill.

Ada beberapa cara untuk menentukan jika sistem pendingin membutuhkan lebih dari pembersihan ringan:

- **Hambatan aliran**
  Lepas radiator cap dan periksa apakah pipa pendingin tersumbat. Jika di temukan tersumbat maka jika hanya dengan melakukan pembersihan ringan tidak akan

mendapatkan hasil yang maksimal.

- **Overheating konstan**
  Jika fan belt, thermostat dan water pump bekerja dengan baik, tetapi engine tetap overheat, maka sistem pendingin kemungkinan tersumbat dengan parah.
- **Kegagalan Water Pump**
  Jika water pump mengalami kerusakan dan saat pemeriksaan ditemukan kontaminasi air yang berlebihan pada bearing, seal, dan permukaan shaft maka sistem pendingin membutuhkan pembersihan menyeluruh menggunakan bahan kimia spesial (special chemical)
- **Terlihat pengkaratan parah dan lumpur hijau**
  Jika lumpur hijau (chromium hydroxide) jelas ada di dasar radiator cap dan coolant sangat keruh maka penguji antifreeze tidak dapat dibaca, sistem akan memerlukan pembersihan lebih menyeluruh menggunakan pelarut khusus.

CONTAMINATION

Ketika di dalam sistem pendingin terkontaminasi maka perpindahan panas dari komponen ke coolant dapat terhambat. Oli adalah kontaminan yang sering masuk kedalam system pendingin. Oli dapat masuk ke dalam system pendingin melalui oil cooler yang bocor. Karena tekanan pada system pelumasan lebih tinggi maka jika terjadi kebocoran oli akan masuk ke dalam system pendingin yang mempunyai tekanan lebih rendah.

Ketika engine stop, coolant yang akan masuk ke dalam saluran oli karena tekanan pada system pendingin akan berkurang secara bertahap di bandingkan tekanan oli yang akan langsung turun ketika engine di matikan. Pengetesan dengan tekanan dapat di gunakan untuk mengetes kebocoran pada oil cooler. Dengan pengujian sample oli dapat mengetahui kandungan antifreeze atau kandungan air di dalam oli.

Setelah di ketahui berdasarkan pemeriksaan atau pengujian sample oli bahwa di dalam sistem pendingin terdapat kontaminan maka sistem pendingin harus dibersihkan dengan cara sebagai berikut:

1. Buang semua coolant dari sistem pendingin.
2. Isi sistem pendingin dengan air bersih.
3. Start engine dan operasikan sampai thermostat terbuka.
4. Tambahkan dua cangkir sabun tanpa busa. Gunakan automatic dishwasher soap dan jangan memakai sabun cuci biasa (Caterpillar Ref. SEBD0518).
5. Operasikan engine selama dua belas menit. Periksalah secara visual kondisi coolant untuk mengetahui apakah masih ditemukan oli di dalam coolant.
6. Jika kandungan oli masih ada didalam coolant, tambahkan dua cangkir sabun lagi dan operasikan engine selama sepuluh menit. Kemudian buanglah semua campuran yang ada di dalam sistem pendingin.
7. Setelah system pendingin sudah kosong kemudian isi lagi sistem pendingin dengan air bersih. Periksa pada permukaan radiator apakah masih ada oli di dalam system pendingin. Jika oli masih ada, ulangi Step 3 sampai 7. Ketika air telah bersih, buang dan bilas sistem pendingin sekali lagi. Tambahkan coolant dan conditioner.

1. Endapan atau Karat

Endapan kotoran/material atau karat dapat menghambat proses perpindahan panas di dalam sistem pendingin. Endapan kotoran/material dan karat dapat dibersihkan dari sistem pendingin menggunakan two-step type heavy duty radiator cleaner. Pembersih ini mengandung oxalic acid yang berfungsi untuk menetralisir dan membersihkan serpihan bahan dan karat. Two-step type heavy duty radiator cleaner tersedia dalam bentuk produk atau dapat juga dari bahan campuran berikut:

- **Acid**
  Campurkan 900 gram sodium bisulfate ($NaHSO_4$) dengan setiap 38 liter air (25 gram per liter).
- **Neutraliser**
  Campurkan 225 gram sodium carbonate crystal (Na_2CO_3) dengan setiap 38 liter air (6 gram per liter).

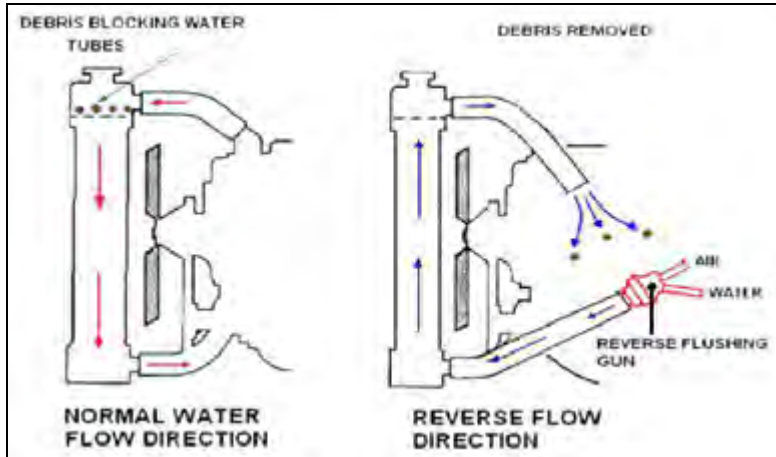
Sistem pendingin juga dapat dibersihkan dengan Caterpillar Cooling System Cleaner. Pembersih ini dapat digunakan untuk melakukan pembersihan karat pada system pendingin tanpa harus membongkar engine.

Pembersih ini dapat dipakai pada system pendingin engine Caterpillar dan sistem pendingin engine dari manufaktur lain. Pelarut ringan ini tidak boleh digunakan pada sistem pendingin yang tidak mempunyai maintenance interval schedule atau sudah terjadi endapan yang sangat banyak di dalam system pendingin. Bila didalam system sudah terjadi endapan dan karat yang terlalu banyak maka perlu digunakan cairan pembersih yang lebih kuat atau lakukan disassembly dan pembersihan komponen.

Caterpillar Cooling System Cleaner (Part Number 6V4511) dengan kapasitas 1.9 liter wadah atau untuk melakukan pembersihan dengan cepat gunakan Caterpillar Cooling System Cleaner dengan part number:

- 4C4609: 0.236 L
- 4C4610: 1.980 L
- 4C4611: 3.780 L
- 4C4612: 18.90 L
- 4C4613: 208 L

Kosongkan dan buang semua coolant pada system pendingin. Kemudian isi dengan air bersih dan 6 – 10% cleaner. Hidupkan engine selama 1 jam setelah itu buang lagi coolant dan bilaslah system pendingin dengan air bersih. Isi system pendingin dengan campuran Caterpillar Antifreeze (Part Number 8C3684) dan air yang sesuai. Jika tidak menggunakan Caterpillar Antifreeze tambahkan dengan Supplemental Coolant Additive dengan jumlah yang sesuai.

2. Reverse-Flush

Gambar 10.77 Reverse Flushing pada Sistem Pendingin

Sistem pendingin dapat dibilas (flushing) menggunakan air yang di hubungkan dengan hose. Untuk melakukan flushing dapat juga menggunakan alat flushing yang menghasilakan udara dan air bertekanan. Dengan alat ini tekanan udara berfungsi agar air yang di sirkulasikan dapat lebih kuat sehingga menghasilkan gelombang air yang dapat membantu mengikis dan mengeluarkan serpihan bahan atau karat. Radiator dan saluran water-jacket pada engine biasanya dibilas secara terpisah.

Gambar 10.77 menunjukkan proses reverse-flushed (pembilasan arah balik) pada radiator. Udara dan air bertekanan di sirkulasikan dari bagian dasar radiator dan sebuah hose di pasang di bagian atas radiator untuk mengeluarkan air. Reverse-flushing akan mengeluarkan partikel atau kotoran yang tidak bisa di bersihkan dengan pembilasan satu arah saja. Umumnya partikel karat dan serpihan kotoran tertumpuk pada pipa bagian atas tangki radiator.

Untuk melakukan pembilasan (flushing) pada saluran water-jacket engine dapat juga menggunakan metode reverse-flushed tetapi jangan lupa melepas thermostat sebelum melakukan pembilasan. Selama melakukan proses pembilasan jika di lengkapi dengan interior heater control harus di posisikan pada posisi panas (panas position) sehingga air dapat bersirkulasi melewati saluran untuk pemanas juga.

PENGUJIAN SISTEM PENDINGIN

Pemeriksaan Coolant & Pengujian Konsentrasi

Konsentrasi coolant pada system pendingin lama – lama akan berkurang oleh sebab itu dibutuhkan pengetesan secara rutin untuk mengetahui konsentrasi pada coolant.

Coolant additive harus ditambahkan untuk menjaga konsentrasi coolant. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan concentrated liquid, pre-mixed coolant atau water filter replacement unit tergantung jenis coolant yang dipakai pada system pendingin.

Rekomendasi untuk penggunaan coolant concentration test kits harus mengacu pada rekomendasi pabrik pembuat engine. Pemeriksaan secara visual harus selalu dilakukan terhadap coolant di dalam system pendingin.

Beberapa manufaktur menggunakan special paper test strips yang dicelupkan ke dalam coolant kemudian perubahan warna yang terjadi pada special paper test strips dibandingkan dengan master sheet yang akan menunjukkan tingkat konsentrasi pada coolant yang sedang di test. Tes ini mampu mencakup kedua level anti-freeze dan level pelindung korosi/kavitasi. Level anti-freeze juga dicek dengan refractometer atau coolant hydrometer.

Konsentrasi perlindungan terhadap korosi dan kavitasi juga dapat diukur dengan specific chemical test kit. Coolant yang akan di test diletakkan pada sebuah test tube. Kemudian coolant pada tabung tersebut diberi tetesan kimia yang akan menyebabkan coolant tersebut berubah warna. Banyaknya tetesan akan menunjukkan konsentrasi pada coolant dan tindakan apa yang harus dilakukan dengan mengacu pada master chart.

Selalu:

- Gunakan test kit dan lakukan prosedur yang sesuai dengan yang di rekomendasikan oleh Caterpillar.
- Gunakan coolant sesuai dengan yang direkomendasikan oleh Caterpillar.

Jangan:

- Mencampur coolant manufaktur engine yang berbeda atau penyaring air.
- Menambahkan konsentrasi additives yang berlebihan sebagai langkah antisipasi penurunan level pelindung yang terjadi di kemudian hari.

Perbuatan penambahan konsentrasi additives yang berlebihan dapat menyebabkan pembentukan endapan pada seluruh permukaan coolant, penurunan transfer panas.

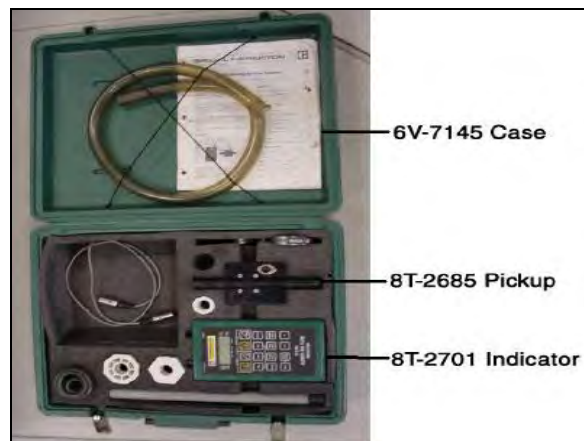
Endapan kering sangat susah dihilangkan, membutuhkan pembongkaran engine dan pembersihan secara mekanikal pada saluran pendingin.

Lain halnya jika sistem pendingin kurang pemeliharaan, berkurangnya pelindung dari serangan karat, kavitasi dan pembekuan akan terjadi.

Kebanyakan manufaktur merekomendasikan penggantian coolant secara periodic. Coolant harus dibuang secara benar dan sistem dibilas dengan air bersih. Coolant harus dikumpulkan dan dibuang sesuai kebijakan dan prosedur perusahaan.

Peralatan Pengujian

Proses troubleshooting dan analisis pada sistem pendingin harus dilakukan dengan menggunakan peralatan test yang benar. Di bawah ini adalah peralatan – peralatan untuk melakukan test pada sistem pendingin yang direkomendasikan oleh Caterpillar.

Blowby/Air Flow Indicator Group

Gambar 10.78 8T2700 Blowby/Air flow indicator group

Blowby/Air Flow Indicator Group 8T2700 (Gambar 10.78) terdiri dari sebuah digital indicator genggam, sebuah remote mounted pick-up, kabel 915 mm (3 ft), hose blowby dan beberapa konektor.

Peralatan ini mampu mengukur volume gas blowby yang keluar dari crankcase breather dan dapat pula digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang melewati radiator. Dengan peralatan ini dapat menentukan perbedaan area pada core dan untuk mengidentifikasi area yang tersumbat.

Pada Special Instruction, Form SEHS8712 terdapat prosedur untuk menggunakan 8T2700 Blowby/Air Flow Indicator Group.

Digital Thermometer Group

Gambar 10.79 Digital thermometer group

Digital Thermometer Group (Gambar 10.79) berfungsi untuk menentukan kondisi system pendingin jika mengalami overheating atau overcooling. Peralatan ini dapat digunakan untuk mengukur temperatur di bagian – bagian tertentu pada sistem pendingin.

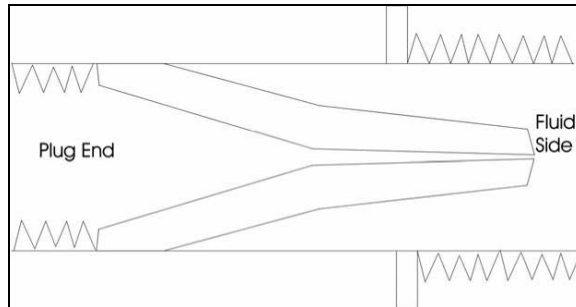
Prosedur untuk menggunakan peralatan ini terdapat pada Operating Manual

Self-Sealing Probe Adaptor

Gambar 10.80 Probe adaptor

1. Self-Sealing Probe Adapter Group (1/8 inch pipe thread).
2. Self-Sealing Probe Adapter Group (1/4 inch pipe thread).
3. Self-Sealing Probe Adapter Group (9/16 inch standard thread).

Self-sealing probe adaptor (Gambar 10.80) dapat digunakan untuk memasang probe untuk tekanan dan temperatur sehingga tidak perlu men-drain coolant pada system pendingin. Probe adaptor secara otomatis tidak akan bocor ketika probe dilepas. Dengan probe adaptor membuat proses pengetesan system pendingin lebih cepat dan mudah.

Probe adaptor dapat digunakan pada sistem pendingin dengan tekanan sampai dengan 690 kPa (100 psi) dan temperatur sampai dengan 120°C (250°F). 5P2720 Self-Sealing mempunyai ulir pipa 1/8" 5P2725 Self-Sealing Probe Adaptor mempunyai ulir ¼" 5P3591 Self-Sealing Probe Adaptor Group mempunyai standar ulir 9/16" dan — 18"TPI.

Gambar 10.81 – Cara kerja self sealing probe adaptor

Coolant and Battery Tester

Gambar 10. Coolant and battery tester

Alat Coolant and battery tester (Gambar 10.82) memberikan informasi pembacaan yang akurat tentang temperatur beku coolant. Alat ini dipakai untuk coolant yang mengandung ethylene glycol. Hanya beberapa tetes coolant yang dibutuhkan dalam pengetesan.

Coolant dapat dites dalam keadaan panas atau dingin karena alat ini secara otomatis akan menyesuaikan dengan kondisi temperatur coolant yang di test. Coolant and battery tester (5P0957) menunjukkan temperatur coolant dalam derajat Fahrenheit dan Coolant and battery tester (5P3514) menunjukkan temperatur coolant dalam derajat Centigrade.

Coolant and battery tester dapat juga digunakan untuk mengetes specific gravity pada

lead-acid battery electrolyte.

Supplemental Coolant Additive Test Kit (8T5296)

Gambar 10.83 8T5296 Coolant test kit

Test kit seperti yang di tunjukkan pada Gambar 10.83 di gunakan untuk mengukur secara akurat konsentrasi Caterpillar supplemental coolant additive dan tingkat konsentrasi ethylene glycol dalam campuran coolant.

Pengetesan dengan test kit ini dapat mencegah konsentrasi yang berlebihan atau terlalu sedikit pada coolant yang dapat mengakibatkan kerusakan pada engine. Pengetesan dengan test kit ini hanya membutuhkan beberapa menit saja untuk melakukannya.

Pengetesan dengan test kit ini dapat menentukan level conditioner dan rekomendasi yang harus dilakukan dalam perawatan sistem pendingin. Kit ini secara khusus digunakan untuk system pendingin engine yang menggunakan Caterpillar liquid cooling system conditioner, coolant conditioner precharge dan maintenance element filters.

Pemeriksaan coolant secara berkala harus dilakukan karena konsentrasi conditioner akan berkurang dengan jumlah yang tidak dapat diperkirakan. Hal – hal yang berpengaruh terhadap rata – rata pengurangan konsentrasi (depletion rate) yaitu : jumlah antifreeze yang berbeda –beda, kesalahan perawatan, gas blowby, ketinggian radiator dengan air, umur pemakaian engine dan kondisi – kondisi lain yang berhubungan dengan penggunaan heavy duty diesel dan gasoline engine.

NOTE:

Caterpillar Supplemental Coolant Additive Test Kit dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi nitrites di dalam coolant. Supplemental coolant additives yang lain menggunakan phosphate based dan kit tidak bisa memberikan hasil test yang akurat. Caterpillar merekomendasikan menggunakan test kit milik manufaktur jika menggunakan supplemental coolant additive merek lain.

Thermocouple Temperature Adaptor

Gambar 10.84 6V9130 Thermocouple Temperature Adaptor

Thermocouple Temperature Adaptor (Gambar 10.84) di desain untuk digunakan dengan digital multimeter. Range dari alat ukur ini sekitar -46° sampai 900°C (-50° sampai 1,652°F). Probe yang digunakan yaitu hand probe, wire, immersion dan exhaust probe.

Multitach Group

Gambar 10.85 Multitach group

Multitach Group (Gambar 10.85) merupakan alat tambahan yang memiliki phototach attachment untuk mengukur kecepatan putar kipas. Prosedur pengetesan dapat dilihat pada Operators Manual

9S8140 System Pressurizing Pump

Gambar 10. System pressurizing pump

System Pressurizing Pump (Gambar 10.86) digunakan untuk membuat sistem pendingin bertekanan sehingga dapat untuk mengetes kebocoran. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengetes pressure relief valve dan pressure gauge.

Pressure Probe

Gambar 10.87 Pressure probe

Pressure probe (Gambar 10.87) digunakan dengan pressure gauge untuk mengecek tekanan coolant, biasanya digunakan pada sisi inlet atau outlet

pada water pump. Probe ini dapat dipasang pada lubang pipa dengan ulit 1/8" atau menggunakan

DIAGNOSA SISTEM PENDINGIN

Pendahuluan

Untuk melakukan perbaikan dan mendiagnosa sebuah system sangatlah penting untuk mengerti tentang cara kerja dan hubungan system tersebut terhadap system – system yang lain. Kumpulkanlah informasi dari operator, pemilik dan bagian maintenance tentang machine yang akan diperbaiki. Catatlah semua kemungkinan – kemungkinan penyebab masalah.

Di dalam service manual pada section Troubleshooting Guides terdapat informasi dan langkah – langkah yang harus dilakukan dalam melakukan proses perbaikan. Periksalah kemungkinan masalah yang mudah dulu untuk dilakukan (CHECK THE EASY AND OBVIOUS THINGS FIRST) kemudian jika belum terselesaikan lakukan pemeriksaan menggunakan diagnostic tool. Hal terakhir yang harus dilakukan adalah melakukan proses disassembly dan inspeksi terhadap komponen – komponen.

Masalah yang terjadi pada system pendingin adalah coolant terlalu panas (overheating) atau coolant terlalu dingin (overcooling). Langkah pertama yang harus dilakukan dalam melakukan troubleshooting pada sistem pendingin yang mengalami overheating atau overcooling adalah mengumpulkan informasi tentang sejarah dari machine tersebut yaitu:

Perbaikan – perbaikan apa saja yang pernah dilakukan?

Apakah proses perbaikan tersebut mempunyai dampak terhadap sistem pendingin ?

Informasi – informasi yang di kumpulkan dapat membantu menentukan indikasi – indikasi penyebab masalah. Langkah selanjutnya adalah mengimpulkan informasi dari operator.

Tanya dengan beberapa pertanyaan, seperti : kapan, seberapa sering dan dalam kondisi apa masalahnya terjadi ?

Apakah ada tanda – tanda yang terlihat ?

Apakah coolant perlu ditambah secara berkala ?

Untuk aplikasi apa unit tersebut digunakan ?

Apakah load factor lebih tinggi dari beban normal?

Langkah ini sangat penting karena operator dapat memberikan informasi tentang indikasi secara umum dimana tempat terjadinya kerusakan. Ada tiga jenis problem dasar yang dapat terjadi pada sistem pendingin:

1. Overheating

   Terjadi ketika engine beroperasi pada temperatur diatas normal.

Kehilangan coolant

Hal ini dapat terjadi karena kebocoran pada saluran – saluaran atau karena overheating.

Overcooling

Sebuah kondisi dimana engine tidak mencapai temperatur kerja operasi normal. Overcooling umumnya terjadi pada daerah operasi yang dingin tetapi dapat juga terjadi pada daerah operasi yang panas. Pengoperasian machine dengan kondisi overcooling dapat menyebabkan terjadinya keausan yang lebih cepat pada daerah sekitar ring piston karena terjadinya asam dan deposit karbon yang berlebihan.

Untuk melakukan perbaikan pada sistem pendingin hal yang harus pertama kali dilakukan adalah pemeriksaan secara visual (visual inspection). Jika kerusakan tidak dapat ditemukan pada visual inspection maka gunakanlah diagnostic tool dan lakukan pelepasan dan inspeksi komponen jika diperlukan.

2. Pemeriksaan Visual Overheating

Coolant Level

Gambar 10.89 Coolant level

Hal yang paling mudah untuk mencari penyebab masalah overheating pada sistem pendingin engine adalah memeriksa level coolant (Gambar 10.89). Level coolant yang tidak benar dapat mengakibatkan overheating pada sistem pendingin sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan – kerusakan pada komponen engine seperti retak (crack) pada cylinder head dan block engine.

Peringatan :

JANGAN membuka filler atau pressure cap saat coolant engine masih panas. Uap atau coolant panas dapat menyebabkan luka bakar. Cek kebocoran coolant atau gelelmbung – gelembung udara didalam radiator ketika engine tidak hidup.

Pastikan coolant engine telah dingin kemudian periksalah level coolant pada radiator. Level coolant yang terlalu rendah dapat menyebabkan overheating atau dapat juga level coolant terlalu rendah karena efek dari terjadinya overheating. Pada saat coolant mulai mendidih kondisi pressure relief valve pada radiator cap akan terbuka sehingga tekanan pada sistem pendingin tetap konstan tetapi pada kondisi ini ada juga coolant akan menguap mengalir ke resevoir.

Rule of Thumb:

Coolant harus dapat melapisi untuk melindungi internal tube atau element core.

Pada sistem yang menggunakan non-recovery system, level coolant pada bagian top tank harus berada sekitar 12 sampai 20 mm (1/2" sampai 3/4") dibawah leher lubang pengisian.

Pada sistem yang menggunakan recovery system, level coolant harus di atas bagian leher pengisian ketika sistem sudah panas dan berada pada level mark pada botol ketika kondisi dingin.

Jika level coolant terlalu rendah maka tambahkan seperlunya. Lihatlah informasi pada Operation and Maintenance Guide tentang jumlah pengisian coolant yang harus ditambahkan. Jika level coolant sudah benar tetapi engine masih overheating lagi maka dapat disimpulkan bahwa level coolant yang rendah bukan penyebab terjadinya overheating. Jika level coolant secara terus – menerus berkurang ada kemungkinan terjadinya kebocoran.

3. Radiator

Gambar 10.90 Fin radiator mengalami kerusakan

Jika level coolant sudah benar kemudian periksalah radiator. Periksalah radiator dari kotoran atau sesuatu yang menyumbat core atau fin sehingga menyebabkan aliran udara yang melewati radiator dapat terhambat. Untuk melakukan pemeriksaan core gunakanlah senter untuk menyinari radiator dan jika cahaya tidak dapat menembus radiator maka kemungkinan terjadi penyumbatan pada radiator.

Periksalah kisi – kisi pada radiator jika terjadi kerusakan atau bengkok yang dapat menghambat aliran udara serta perikasalah kebocoran pada radiator (Gambar 90). Pada engine untuk aplikasi truck yang mempunyai penutup (shutter) untuk radiator perlu diperiksa jika terjadi macet dalam kondisi tertutup(stuck closed).

Pakailah alat radiator fin comb untuk meluruskan kebengkokan dan juga untuk membersihkan kisi – kisi. Kemudian gunakan udara bertekanan untuk membersihkan potongan – potongan material kecil atau kotoran dari core radiator.

Periksalah aliran udara pada sisi masuk dan keluarnya udara yang melewati radiator. Pemasangan yang tidak benar dan tersumbat radiator oleh kotoran dapat berakibat pada kurangnya aliran udara untuk pendinginan coolant di dalam radiator yang dapat menyebabkan terjadinya overheating pada engine.

Fan Shroud

Gambar 10.91 Fan shroud

Periksalah kondisi dari pelindung kipas (fan shroud) (Gambar 10.91). Pastikan pelindung kipas (fan shroud) terpasang dengan benar. Kemudian pastikan landasan karet (rubber strip) dalam kondisi yang bagus.

Pelindung radiator dan pelindung kipas (fan shroud) dapat meningkatkan effisiensi kipas dengan cara mengarahkan aliran udara untuk melewati radiator dan juga mencegah aliran udara tidak memantul atau berputar melewati sisi – sisi samping radiator.

Jarak antara pelindung kipas (fan shroud) dan ujung blade kipas (fan) harus sedekat mungkin sehingga dapat mencegah berputarnya kembali aliran udara pada bagian sekitar ujung kipas.

Pastikan guard dapat diperbaiki ulang (serviceable).

4. Kipas

Gambar 10.92 Fan blade

Periksalah kondisi fan blade dari kerusakan (Gambar 10.92 kiri). Periksalah apakah pemasangan kipas sudah benar. Sebuah fixed-blade fan yang dipasang terbalik effisiensinya akan berkurang sampai 50% maka periksalah apakah kipas yang terpasang pada machine sudah benar.

Periksalah kekencangan fan belt dan kondisi keausan groove di pulley (Gambar 10.92, kanan) (Lihat pada literatur dengan Media number SEBF8046 untuk mengetahui spesifikasi batas keausan groove di pulley). Fan belt yang kendor akan mempercepat keausan belt dan dapat menyebabkan kerusakan pada pulley. Fan belt yang kendor akan menyebabkan kipas berputar lebih pelan karena slip sehingga tidak bisa menghasilkan aliran udara yang maksimal dan dapat berakibat overheating pada engine.

Pastikan tidak ada oli atau grease pada fan belt atau pulley. Oli atau gease dapat menyebabkan belt menjadi slip. Diameter luar tali kipas baru harus kelihatan melewati ujung pulley sedikit. Jika fan belt sejajar dengan bagian luar diameter pulley, fan belt dan pulley akan rusak. Cek permukaan bagian dalam fan belt adanya crack. Crack pada permukaan bagian dalam akan menyebabkan fan belt putus. Ganti fan belt secara keseluruhan.

Fan belt yang baru akan merentang sedikit setelah beberapa hari pengoperasian. Fan belt baru dan fan belt yang lama bila digunakan bersamaan akan menyebabkan tegangan berlebih pada fan belt baru. Saat dilakukan penyetelan pada fan belt yang akan terjadi adalah fan belt baru akan kencang sebelum fan belt lama sehingga fan belt baru yang akan menerima beban secara keseluruhan beban.

CATATAN :

Tegangan pada fan belt yang berlebihan akan menyebabkan bearing water pump dan bearing pulley menerima beban yang berlebihan. Hal tersebut juga membuat keausan fan belt lebih cepat. Tegangan pada fan belt yang tidak cukup (kendor) menyebabkan fan belt akan slip sehingga fan akan berputar lebih lambat. Fan belt harus lentur kurang lebih 10 mm (0,4”) ketika ditekan pada jarak terpanjang lintasannya.

Fan Clutch

Gambar 10.93 Fan clutch

Pada unit vehicle yang menggunakan fan clutch (Gambar 10.93), jika terjadi slip pada fan clutch dapat menyebabkan berkurangnya aliran udara. Apabila terjadi kerusakan pada clutch dapat menyebabkan fan tidak bisa berputar sehingga tidak ada aliran udara untuk mendinginkan coolant di dalam radiator.

Untuk mengukur kecepatan putaran fan dapat menggunakan alat 9U7400 Multitach II kemudian bandingkan kecepatan fan dengan kecepatan engine sehingga dapat diketahui apakah clutch beroperasi dengan benar.

Rule of Thumb:

Ketika kondisi temperatur panas dan seimbang putarlah fluid fan dengan tangan. Jika fan berputar lebih dari 4 kali putaran maka fluid fan tersebut tidak bekerja dengan baik. Periksalah juga adanya kekasaran. Hati – hati jangan sampai tangan dan lengan terluka bakar ketika melakukan tes ini.

5. Shutter System

Gambar 10.94

Untuk unit vehicle yang memakai system dengan penutup (shutter system) (Gambar 94), periksalah kondisi penutup dari kerusakan seperti macet dalam kondisi menutup (stuck closed) atau tidak bisa menutup penuh karena jika kerusakan tersebut akan menghambat aliran udara yang melewati radiator sehingga dapat berakibat overheating pada engine. Pemeriksaan bisa dilakukan secara visual dan jika ditemukan kerusakan atau sistem tidak bisa bekerja dengan benar perbaiki atau jika perlu lakukan penggantian.

Periksalah temperatur pembukaan shutter. Hubungan antara thermostat dan temperatur operasi shutter harus benar.

6. Hose Coolant

Gambar 10.95 Hose

Aliran coolant yang tidak sesuai dapat disebabkan oleh hose yang terjepit, bocor, rusak atau pemasangan hose yang tidak benar (Gambar 10.95). Kempesnya hose pada sisi hisap water pump mengindikasikan bahwa water pump tidak dapat menghisap coolant yang cukup karena coolant kurang atau terjadinya hambatan pada pada saluran sebelum sisi inlet. Hose bisa di beri cat untuk membuat hose lebih keras.

7. Gasket Water Pump dan Cylinder Head

Periksalah kebocoran pada water pump. Water pump pada semua aplikasi engine memiliki lubang pembuangan (drain hole) di antara seal coolant dan seal bearing di dalam water pump karena tanpa drain hole di khawatirkan coolant dapat bercampur dengan oli apabila terjadi kerusakan pada seal di dalam water pump.

Drain hole juga berfungsi untuk mengalirkan kebocoran pada saat terjadi pemuaian dan penyusutan seal. Sedikit kebocoran coolant pada saat pertama kali merupakan kejadian yang normal karena seal di rancang untuk mengalami kebocoran pada kondisi – kondisi tertentu untuk menjaga agar seal tetap dalam kondisi dingin dan juga sebagai pelumasan.

Periksalah tanda – tanda kebocoran coolant atau oli di antara cylinder head dan cylinder block. Bila terjadi kebocoran di tempat tersebut maka mengindikasikan terjadinya kerusakkan pada gasket cylinder head.

8. Pemeriksaan–pemeriksaan Lain

Periksalah kondisi gasket pada radiator cap jika mengalami kerusakan gantilah gasket atau radiator cap.

Periksalah kondisi permukaan untuk gasket radiator. Permukaan tersebut harus halus dan datar.

Pada aplikasi gas engine, pada saluran manifold dan converter terdapat juga saluran coolant di dalamnya sehingga perlu diperiksa dari kebocoran baik di dalam atau di bagian luarnya.

Pada aplikasi vehicle, periksalah kondisi rangkaian pemanas (heater) dari kebocoran.

Jika radiator cap di ikat dengan sebuah stud maka pastikan kontak antara gasket dan permukaan pada radiator top tank tertutup rapat. Jika stud yang di pakai terlalu panjang atau rusak tidak dapat menyekat dengan sempurna.

Pada kompresor udara yang menggunakan jacket water periksalah kebocoran karena coolant dapat masuk ke kompressor atau coolant akan kemasukan udara.

Periksalah recovery pipe dan hose dari kebocoran.

PERINGATAN :

Jangan melakukan disassemble pada relief valve pada sistem pendingin jika radiator cap belum di lepas dari radiator dan tekanan pada sistem pendingin belum dikeluarkan (di-release). Tekanan pada sistem pendingin yang masih tinggi akan menyebabkan coolant atau uap panas menyembur keluar sehingga dapat menyebabkan cidera.

Jika pressure relief valve dipasang di bagian atas tangki radiator lepas dan periksa kondisi relief valve kemudian periksa juga kondisi permukaan gasket. Bersihkan permukaan untuk memasang relief valve dari karat dan kotoran sebelum di pasang.

Periksalah seal pada governor setelah melakukan fuel setting. Pastikan machine tidak beroperasi pada kondisi overload atau di operasikan pada torque converter stall speed.

Periksalah slip pada clutch transmission dan steering.

Pastikan brake pada machine tidak mengalami dragging.

Jika dilengkapi dengan vehicle retarding device pastikan sistem tersebut bekerja dengan baik.

Periksalah konsentrasi glycol pada coolant. Konsentrasi glycol tidak boleh melebihi 50%.

9. Pengujian – Overheating

Gambar 10.96 4C6500 Digital Thermometer Group

Jika kerusakan tidak dapat ditemukan pada visual inspection maka gunakanlah diagnostic tool dan jika perlu lakukan pelepasan dan inspeksi komponen jika diperlukan.

Untuk memeriksa temperatur pasanglah digital thermometer probes (Gambar 10.96) pada lokasi – lokasi yang telah ditentukan. Sebelum memasang digital thermometer probes pastikan temperatur engine sudah dingin kemudian pasanglah self-sealing probe adaptor pada lokasi – lokasi seperti berikut:

1. Tangki bagian atas radiator (radiator top tank)
2. Tangki bagian bawah radiator (radiator bottom tank) atau saluran inlet water pump

3. Saluran outlet water pump
4. Thermostat housing
5. Torque converter oil cooler inlet and outlet
6. Engine oil manifold atau oil cooler outlet

Temperatur oli pada saluran inlet cooler tidak boleh di atas 132°C (270°F). Temperatur oli normal untuk pada saluran inlet cooler antara 6° sampai 11°C (42° sampai 52°F) lebih besar daripada pada temperatur coolant pada tangki bagian atas radiator (radiator top tank) ketika machine dioperasikan pada kondisi beban penuh (full load). Temperatur oli pada saluran outlet cooler antara 8° sampai 22°C (45° sampai 72°F) lebih rendah dari temperatur oli pada saluran inlet cooler.

Periksa Relief Valve Sistem Pendingin

Gambar 10.97 Pengetesan relief valve sistem pendingin

Relief valve pada sistem pendingin harus membuka pada tekanan yang sesuai dengan spesifikasi tergantung jenis engine yang dapat di lihat pada Engine Specification Module. Untuk memeriksa tekanan pembukaan relief valve dengan cara memasang pressure gauge pada tangki bagian atas radiator (Gambar 10.97). Gunakan Air Pressure Pump untuk menaikan tekanan pada sistem pendingin dan relief valve harus membuka sesuai dengan spesifikasi.

10. Udara, Gas dan Uap dalam Sistem Pendingin

Sistem pendingin yang tidak diisi sesuai level yang benar dapat menyebabkan terperangkapnya udara di dalam sistem pendingin. Kerusakan atau kebocoran pada beberapa komponen seperti aftercooler dan hose juga dapat menyebabkan masuknya udara ke dalam sistem pendingin, khususnya di sisi inlet water pump.

Udara yang terperangkap di dalam sistem pendingin akan menyebabkan terjadinya busa atau gelembung udara yang akan mempengaruhi kerja water pump. Gelembung udara di dalam sistem akan menjadi penghambat sehingga aliran pompa akan turun. Gelembung udara akan membuat coolant tidak mampu kontak langsung dengan komponen yang akan di dinginkan sehingga menyebabkan timbulnya bintik panas (hot spot) pada komponen yang tersekat oleh gelembung udara.

Untuk mencegah udara agar tidak masuk ke dalam system pendingin ketika pengisian yang perlu diperhatikan adalah cara pengisian tidak boleh terlalu cepat dan pastikan semua sambungan hose terikat kuat. Setelah pengisian selesai nyalakan engine kemudian periksa lagi level coolant untuk menyakinkan radiator masih penuh, khususnya setelah thermostat terbuka dan coolant bersirkulasi ke seluruh sistem.

Gas exhaust yang bocor ke dalam sistem pendingin juga dapat menyebabkan busa atau gelembung udara. Gas exhaust dapat masuk ke dalam sistem pendingin melalui gasket cylinder head yang mengalami keretakan atau cacat. Umumnya penyebab dari kebocoran dapat diketahui dengan pengecekan visual tetapi kadangkala diperlukan proses disassembly komponen – komponen atau pengetesan sederhana.

Gas di dalam sistem pendingin adalah salah satu penyebab terjadinya overheating. Untuk memeriksa kandungan gas di dalam system pendingin dapat menggunakan alat test yaitu bottle test. Gunakanlah 9U6737 Radiator tool Group untuk melakukan bottle test. Isi sistem pendingin dengan coolant pada level yang benar. Kencangkan hose yang menuju outlet relief valve di tangki bagian atas radiator.

Letakkan ujung hose lainnya dalam wadah air. Pasang radiator cap kemudian kencangkan. Hidupkan machine dan operasikan sampai temperatur operasi tercapai (thermostat terbuka). Pastikan temperatur sistem pendingin antara 85°C (185°F) dan 99°C (210°F). Temperatur ini dapat di ukur cek dengan memasang thermistor probe pada regulator housing didepan regulator.

Test ini hanya untuk memeriksa kandungan gas bukan uap air karena pada kondisi yang sama akan menghasilkan kondisi yang hampir sama jika temperatur meningkat. Lihatlah jumlah gelembung udara dalam wadah kaca (glass jar) jika gelembung udara hanya terlihat kadang – kadang maka disana tidak ada udara atau gas dalam sistem pendingin. Tetapi jika gelembung udara berjumlah banyak dan terus – menerus muncul hal itu menunjukkan adanya udara atau gas hasil pembakaran.

Pre-combustion chamber yang pemasangannya kendor, kerusakan seal pre-combustion chamber, kendornya cylinder head atau rusaknya gasket head juga menyebabkan gas hasil pembakaran dapat bocor dan masuk ke dalam sistem pendingin. Pengecekan yang sederhana dapat dilakukan dengan cara mengisi penuh radiator dengan coolant kemudian lepaslah radiator cap lalu nyalakan engine. Gelembung udara yang muncul di tangki bagian atas radiator menunjukkan adanya gas hasil pembakaran yang masuk ke dalam sistem pendingin.

Temperature Gauge

Gambar 10.98 Pemeriksaan coolant temperature gauge

Periksalah keakuratan dari coolant temperature gauge dengan cara membandingkan nilai yang di baca oleh gauge temperature dengan nilai actual temperatur coolant di dalam thermostat housing (Gambar 98). Pada coolant temperature gauge tipe lama untuk sistem pendingin bertekanan harus dikalibrasi untuk memperingatkan overheating pada temperatur sekitar 108°C (226°F) atau 113°C (235°F) pada beberapa model.

Pasanglah thermometer probe pada water temperature regulator housing kemudian hidupkan engine sampai mencapai temperatur kerja.

Ketika engine telah mencapai temperatur kerja bandingkanlah temperatur yang terbaca pada thermometer group dengan yang terbaca pada gauge. Jika pada gauge menunjukkan overheating sedangkan pada thermometer group

menunjukkan temperatur normal maka menunjukkan terjadinya kerusakkan pada gauge.

Untuk memastikan kerusakkan pada gauge ganti sekali lagi thermometer probe sebelum memutuskan bahwa gauge mengalami kerusakkan. Jika gauge dan thermometer group menunjukkan nilai temperature yang sama maka problem overheating benar – benar terjadi.

11. Perbedaan Suhu Radiator – Ambient

Gambar 10.99 Differential temperature

Pasanglah thermometer probe di bagian atas tangki radiator (top tank) dan pegang satu thermometer probe di tangan untuk mengukur temperatur udara sekitar (ambient temperature). Pastikan ambient temperature di ukur pada daerah yang tidak dipengaruhi panas yang di timbulkan oleh sumber panas lain. Jika fan meniup udara melewati manifold yang panas, hal ini akan berpengaruh terhadap pembacaan ambient temperature.

Jika sistem pendingin menggunakan shunt line, pasanglah probe pada water temperature regulator housing outlet. Dengan engine telah mencapai kondisi temperature kerja operasi dan thermostat terbuka penuh perbedaan temperatur pada radiator tangki bagian atas (top tank) dan ambient temperature tidak boleh melebihi 61 derajat Celcius saat machine di bebani penuh dan thermostat terbuka penuh. Nilai ini disebut sebagai temperature differential. Nilai dari perbedaan temperatur ini akan sangat berguna pada saat melakukan proses perbaikan (troubleshooting).

12. Suhu Torque Converter

Gambar 10.100 Temperature torque converter

Periksa temperatur pada torque converter yang terlalu tinggi. Jika torque converter tidak bekerja dengan benar dan terlalu membebani engine maka dapat menyebabkan panas yang berlebihan untuk di dinginkan oleh sistem pendingin (Gambar 10.100).

Jika jarum penunjuk gauge (gauge pointer) berada di zona bahaya merah (red danger zone) pasanglah thermometer probe pada torque converter inlet dan outlet serta pada oil cooler. Pada kondisi engine hidup nilai perbedaan temperatur harus diantara 8°C sampai 22°C (45° - 72°F).

Jika nilai perbedaan temperatur kurang dari 8°C (45°F) kemungkinan water tube pada radiator tersumbat dan harus di bersihkan atau diganti. Jika perbedaan temperatur lebih dari 22°C (72°F) kemungkinan saluran oli tersumbat sehingga aliran oli juga terhambat. Aliran oli yang terhambat menyebabkan oli di dinginkan terlalu lama pada oil cooler sehingga temperatur oli menjadi terlalu rendah karena perpindahan panas yang terlalu lama.

13. Retarder

Gambar 10.101 Retarder

Jika machine dilengkapi dengan pendingin oli retarder atau sistem brake maka ini juga dapat menjadi salah satu kemungkinan terjadinya overheating (Gambar 10.101). Pengoperasian unit yang tidak benar dapat menyebabkan panas yang diserap oleh system pendingin menjadi terlalu besar seperti misalnya operator melakukan kesalahan dalam penggunaan brake terutama pada aplikasi Unit Hauling. Pengecekan oil cooler dapat di lakukan sama dengan pengecekan pada torque converter.

Hambatan Aliran Coolant Radiator

Gambar 10.102 Hambatan aliran coolant

Hambatan terhadap aliran coolant dan perpindahan panas yang terjadi pada radiator dapat diukur. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan temperatur antara tangki bagian atas (top tank) dan bawah radiator (bottom tank). Pastikan ujung probe pada top tank terendam oleh coolant. Pasanglah probe untuk bottom tank pada outlet elbow atau di saluran inlet water pump. Overheating bisa di akibatkan dua hal pada radiator yaitu karena aliran atau kapasitas. Jika perbedaan temperatur lebih dari 11°C (52°F) maka kemungkinan coolant yang mengalir melewati radiator fin terlalu pelan. Hal ini dapat mengindikasikan hambatan aliran dalam sistem pendingin. Jika perbedaan temperaturnya kurang dari 4.5°C (40°F) menunjukkan bahwa tidak maksimalnya perpindahan panas pada radiator sehingga coolant tidak di dinginkan secara maksimal. Tetapi hal ini juga dapat disebabkan oleh karena

coolant terlalu panas sehingga radiator tidak mampu untuk mendinginkan coolant.

Kedua masalah di atas dapat menyebabkan overheating pada sistem pendingin.

14. Temperature Regulator atau Thermostat

Gambar 10.103 Thermostat

Jika overheating terjadi karena aliran yang terhambat ada beberapa cara untuk mengetahui penyebabnya. Pertama periksalah kondisi komponen thermostat. Temperatur pembukaan dari thermostat dapat diketahui tanpa harus melepas thermostat dari engine. Tetapi untuk memeriksa thermostat secara keseluruhan harus dilepas dari engine. Temperatur pembukaan (opening temperature) dari thermostat adalah temperatur saat thermostat pertama kali mulai membuka.

Temperatur saat engine hidup (running temperature) adalah temperatur saat thermostat telah membuka penuh dan nilai temperaturnya lebih tinggi dari opening temperature. Untuk memeriksa temperatur pembukaan thermostat di dalam system dengan cara pasanglah thermistor probe pada sisi outlet water pump dan pasanglah juga thermistor probe pada thermostat housing.

Hidupkan engine kemudian lihat temperatur pada sisi outlet water pump. Ketika temperatur kerja belum tercapai coolant akan mengalir ke saluran bypass dan tidak mengalir ke radiator. Temperatur coolant akan terus meningkat sampai temperatur kerja operasi tercapai kemudian temperatur akan stabil. Temperatur tersebut merupakan temperature pembukaan thermostat dan temperaturnya harus tidak lebih dari 1° atau 2°C dari spesifikasi saat terbuka penuh (Gambar 10.103).

Untuk memastikan thermostat dapat di lepas dari engine kemudian lakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap thermostat sesuai dengan prosedur dan spesifikasi yang ada pada Service Manual. Setelah melakukan

pengetesan jika thermostat tidak memenuhi spesifikasi gantilah dengan yang baru.

Water Pump

Gambar 10.104 Water pump

Setelah thermostat diperiksa dan dipastikan masih bagus kemungkinan yang menjadi penyebab terhambatnya aliran ada di saluran yang lain atau mungkin pompa tidak bisa menghasilkan aliran yang sesuai kemampuannya.

Pakailah pressure gauge untuk menemukan tempat terjadinya penyumbatan. Pasang pressure gauge pada sisi inlet pompa dan outlet pompa kemudian di bagian atas radiator (Gambar 10.104). Nilai hasil pengukuran tekanan dapat membantu memisahkan masalah untuk menemukan tempat terjadinya hambatan.

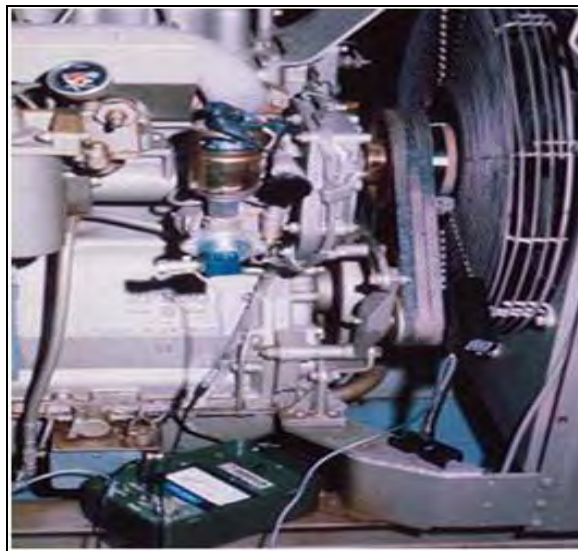
15. Hambatan Aliran Udara Radiator

Sebelum melakukan pemeriksaan kecepatan udara posisi transmisi machine harus netral. Posisi parking brake ―ON" dan turunkan semua peralatan (implement). Lakukan pengecekan pada rated speed.

Cek kecepatan udara menggunakan Blowby/Air Flow Indicator. Untuk memeriksa kecepatan aliran udara pada core radiator memerlukan ketelitian

karena pada daerah – daerah tertentu. Kecepatan aliran udara pada bagian tengah (fan hub area) dan bagian pinggir radiator nilainya akan lima kali lebih rendah daripada kecepatan aliran udara meniup core pada bagian yang berhadapan langsung dengan sudu – sudu kipas (blade sweep area).

Alat ini tidak hanya untuk mengukur kecepatan aliran udara tetapi juga untuk menentukan daerah core yang tersumbat yang menjadi penyebab terjadinya overheating. Gunakan Special Instruction, Form SEHS8712 sebagai panduan untuk menggunakan Tool Caterpillar 8T2700 Blowby/Air Flow Indicator Group.

Kecepatan Kipas

Gambar 10.105 Kecepatan kipas

Apabila setelah dilakukan pemeriksaan tidak ada masalah dengan core radiator lakukan langkah selanjutanya yaitu periksa kecepatan putaran kipas (fan) menggunakan Caterpillar 9V7400 Multitach II Group (Gambar 10.105). Prosedur penggunaan alat dan langkah - langkah pengetesan dapat di lihat pada Special Instruction, Form SEHS7807.

Jika kecepatan putaran kipas (fan) tidak memenuhi spesifikasi lakukan perbaikan atau penggantian pada fan clutch dan fluid drive. Periksa juga kondisi belt dan pulley karena belt yang aus atau kendor serta pemasangan pulley yang tidak sesuai dengan ukurannya dapat menjadi penyebab kurangnya kecepatan putar kipas (fan).

Track type tractor dan Wheel loader kadang – kadang menggunakan sebuah motor hydraulic untuk memutar kipas. Lihatlah pada Service Information System mengenai prosedur pengetesan kipas menggunakan penggerak motor hydraulic.

Mengukur Suhu Manifold dan After-Cooler

Temperatur oli di dalam manifold oil cooler engine lebih tinggi 6 sampai 11°C (42° sampai 52°F) jika dibandingkan dengan temperatur coolant pada saluran pump outlet. Jika temperatur oli di dalam manifold oil cooler engine lebih tinggi 19° sampai 22°C (66° sampai 72°F) dibandingkan dengan temperatur coolant pada saluran pump outlet, maka kemungkinan terdapat banyak endapan di dalam oil cooler.

Aftercooler yang tersumbat karena kotor akan menyebabkan temperatur udara yang masuk menjadi tinggi atau panas.

Setiap kenaikan sebesar 1° (Fahrenheit atau Centigrade) pada di temperatur udara masuk akan menaikan temperatur gas buang (exhaust) sebesar 3° (Fahrenheit atau Centigrade).

Temperatur gas buang (exhaust) yang tinggi akan menyebabkan overheating. Saluran pada aftercooler yang kotor, terkontaminasi oleh oli atau karat dapat menyebabkan proses perpindahan panas pada aftercooler tidak maksimal.

16. Engine Timing

Gambar 10.106 Engine timing

Engine fuel timing yang tidak tepat dapat menyebabkan overheating pada engine. Engine timing dapat diperiksa menggunakan alat 1P3500 Injection Timing Group (Gambar 10.106).

Jika timing terlambat (retard) dapat menyebabkan overheating karena bahan bakar akan terbakar terlalu singkat pada jarak waktu. Jika timing terlalu cepat (advance) bahan bakar yang terbakar akan terlalu lama di dalam ruang bakar sehingga akan menghasilkan panas yang berlebihan pada ruang bakar.

17. Kekurangan Coolant

Periksa Level Coolant

Gambar 10.107 Periksa level coolant

Masalah lain pada system pendingin adalah kekurangan atau hilangnya coolant. Jika operator mengeluh berkurangnya coolant pada system pendingin langkah pertama yang harus di lakukan oleh teknisi adalah periksa prosedur pengisian yang sudah di lakukan.

Sebagai contoh: ketika melakukan pengisian radiator level coolant harus berada pada bagian atas filler tube dan hari berikutnya level coolant harus berada di bawah filler tube. Jika level tidak turun mungkin pengisian coolant pada sistem pendingin terlalu penuh karena coolant akan menguap dan keluar melalui relief valve menuju resevoir. Pemeriksaan dan prosedur pengisian coolant yang benar dapat di lihat pada Service Manual pada section Lubrication and Maintenance Guides.

Sebagai panduan umum, sistem pendingin yang memakai system recovery level coolant harus berada pada posisi penuh (full). Sedangkan untuk system yang tidak mempunyai system recovery (Non-recovery) level coolant harus berada sekitar 20mm (3/4") dibawah filler neck (Gambar 10.107).

Pemeriksaan Kebocoran

Untuk mencari masalah kurangnya coolant karena kebocoran lakukan dengan cara mencari dari yang paling termudah. Periksa secara visual kebocoran pada system pendingin dan untuk kebocoran yang kecil umumnya akan terlihat jika system pendingin sedang bertekanan.

Gunakan 9S8140 Pump Group untuk memberikan tekanan ke dalam sistem pendingin. Berilah tekanan pada sistem pendingin sesuai dengan spesifikasinya kemudian periksa kebocoran jika ada perbaiki kebocoran tersebut.Untuk kebocoran yang sangat kecil jaga tekanan pada sistem pendingin dengan memasang air regulator sehingga tekanan akan tetap ada selama mencari kebocoran.

Periksa Pressure Relief Valve & Tutup Radiator

Gambar 10.108 Periksa pressure cap relief valve

Setelah langkah – langkah diatas dilakukan tetapi tidak ditemukan kebocoran, lanjutkan dengan pemeriksaan kondisi pressure cap relief valve menggunakan alat Pump Group (Gambar 108). Pasanglah sebuah overflow tube yang terhubung dengan sebuah botol yang berisi air.

Kemudian beri tekanan pada system pendingin menggunakan pompa sampai tekanan yang terbaca pada pressure gauge tetap (tidak bisa naik lagi). Setelah mencapai nilai tekanan tersebut kemudian tekanan akan turun sekitar 7kPa dan berhenti pada nilai tekanan yang ditentukan sesuai dengan spesifikasi.

Jika relief valve bekerja dengan benar akan timbul gelembung udara sesaat pada botol yang berisi air tetapi gelembung udara tersebut kemudian akan berhenti. Apabila gelembung udara yang muncul tidak berhenti menunjukkan terjadi kerusakan pada relief valve dan harus diganti. Jika gelembung udara berhenti tetapi pembacaan tekanan pada pressure gauge turun terus menunjukkan terjadi kebocoran di tempat lain. Periksalah kondisi seal pada radiator cap.

Periksa Gas Hasil Pembakaran pada Sistem Pendingin

Gambar 10.109 Pemeriksaan gas pada sistem pendingin

Jika pada pemeriksaan menggunakan pump group menunjukkan indikasi terjadinya kebocoran pada system pendingin tetapi bukan kebocoran eksternal melainkan kebocoran internal maka langkah yang harus di lakukan oleh teknisi adalah memeriksa kemungkinan adanya gas buang yang masuk ke dalam system pendingin.

Bukalah radiator cap kemudian hidupkan engine dengan beban. Periksalah timbulnya gelembung udara yang ada pada coolant, jika gelembung udara tidak mudah terlihat gunakan Bottle test untuk memudahkan dalam mengidentifikasi adanya gelembung udara pada coolant system pendingin (Gambar 10.109).

Sebelum menggunakan Bottle Test, pastikan sistem pendingin sudah terisi dengan benar. Gunakanlah kawat untuk menjaga relief valve pada radiator cap tetap terbuka. Pasang radiator cap dan kencangkan.

Pasang hose pada ujung overflow tube atau pasang hose pada saluran outlet relief valve. Hidupkan engine dan operasikan pada kecepatan high idle selama minimal lima menit setelah engine mencapai temperatur operasi normal. Pastikan core radiator tertutup untuk menjaga engine berada pada temperatur operasi. Setelah lima menit atau lebih pada temperatur operasi, letakkan ujung hose ke dalam botol yang telah berisi air. Letakkan botol ke dalam ember air dengan bagian atas menghadap bawah. Jika air pada botol ada yang keluar dalam waktu kurang dari empat puluh detik maka hal ini menunjukkan pada system pendingin terdapat kebocoran gas hasil pembakaran yang berlebihan.

Cylinder head, block dan precombustion chamber yang retak, gasket head atau seal precombustion chamber yang jelek seperti gambar di atas (Gambar 10.109) dapat menyebabkan gas hasil pembakaran dapat masuk ke dalam sistem pendingin.

Lakukan pemeriksaan pada komponen – komponen diatas dan lakukan perbaikan atau penggantian jika terjadi kerusakan. Apabila terjadi kerusakan gasket pada komponen kompresor udara maka kerusakan tersebut dapat menjadi sumber masuknya udara ke dalam sistem pendingin.

Periksa kandungan air pada oli

Gambar 10.110 Periksa kandungan coolant pada oli

Periksa oli di dalam crankcase (Gambar 10.110). Jika oli berwarna putih susu (campuran air dan oli), hal ini menunjukkan indikasi terjadinya kebocoran air yang masuk ke dalam sistem pelumasan sehingga bercampur air bercampur dengan oli.

Kebocoran ini dapat terjadi karena gasket dan seal yang rusak, kebocoran pada oil cooler, keretakan pada cylinder head atau block engine, dll.

Umumnya, fluida pada system yang bertekanan lebih tinggi akan bocor ke dalam fluida pada system yang bertekanan lebih rendah. Sebagai contoh: kerusakan pada gasket atau seal water pump dapat menyebabkan air dapat masuk ke dalam saluran oli bertekanan rendah pada saluran drain.

Periksa Kandungan Oli Pada Coolant

Gambar 10.111 Periksa kandungan oli pada coolant

Oli juga dapat masuk bercampur dengan coolant pada sistem pendingin (Gambar 10.111).

Periksa Oli untuk Torque Converter

Gambar 10.112 Periksa oli torque converter

Periksa kondisi oli di dalam torque converter (Gambar 10.112). Jika oli berwarna putih susu (campuran air dan oli), hal ini menunjukkan indikasi terjadinya kebocoran air yang masuk bercampur dengan oli torque converter.

Oli torque converter hanya berhubungan dengan sistem pendingin pada komponen oil cooler torque converter atau marine gear. Kebocoran mungkin terjadi pada oil cooler tersebut.

Jika di temukan oli bercampur dengan coolant pada sistem pendingin lakukan perbaikan kemudian sistem pendingin perlu di bersihkan.

18. Engine Overcooling

Efek dari terjadinya overcooling pada engine sama dengan kerusakan yang terjadi jika engine mengalami overheating. Overcooling terjadi saat temperatur kerja operasi engine terlalu lama tercapai atau tidak bisa tercapai. Kondisi ini akan menyebabkan kerusakan dan keausan apabila menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur yang tinggi.

Kandungan sulfur yang tinggi dapat meningkatkan keausan jika temperatur engine tidak dapat mencapai 80°C (175°F). Overcooling adalah akibat dari coolant yang selalu mengalir langsung ke radiator.

Penyebab Overcooling

Temperatur udara sekitar yang terlalu rendah dan engine terlalu lama dihidupkan tanpa beban dapat menyebabkan terjadinya overcooling meskipun dalam hal ini tidak ada coolant yang mengalir melewati radiator. Umumnya yang menjadi penyebab terjadinya overcooling adalah karena kerusakan pada thermostat yang macet dalam kondisi terbuka terus.

Pemeriksaan

Temperatur Gauge

Gambar 10.113 Temperature gauge

Temperature gauge dapat memberikan indikasi overcooling tetapi hasil yang ditunjukan dapat salah karena pemakaian temperature gauge yang rusak. Temperature gauge dapat dicek keakuratannya dengan membandingkan temperatur yang ditunjukkan oleh temperature gauge dengan temperatur coolant sesungguhnya di dalam thermostat housing.

Pasanglah thermistor probe pada thermostat housing untuk mengecek temperatur aktual coolant. Jika hasil yang di tunjukkan oleh temperature gauge tidak sesuai dengan temperatur aktual gantilah temperature gauge (Gambar 10.113).

19. Sistem Shutter

Jika temperature gauge bekerja dengan baik lanjutkan dengan pemeriksaan operasi sistem shutter (jika dilengkapi). Jika shutter mengalami macet dalam kondisi terbuka terus

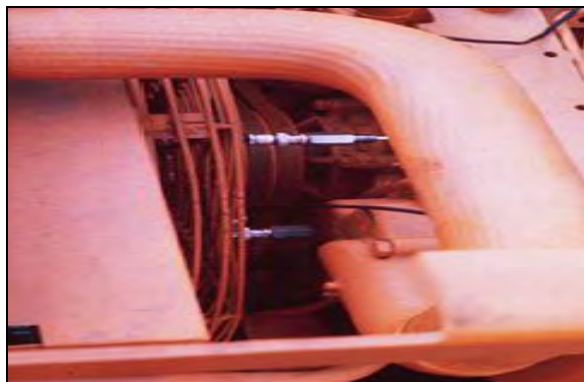
(stuck open) atau sebagian terbuka (partially open) akan menyebabkan coolant terlalu banyak didinginkan sehingga tidak dapat menjaga temperatur kerja dengan benar.

Radiator pada aplikasi vehicle didesain untuk bekerja maksimal pada kondisi beban penuh (full load) sehingga jika di operasikan tanpa beban atau beban ringan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan overcooling dan beban kejut thermal di dalam sistem pendingin.

Fan Clutch

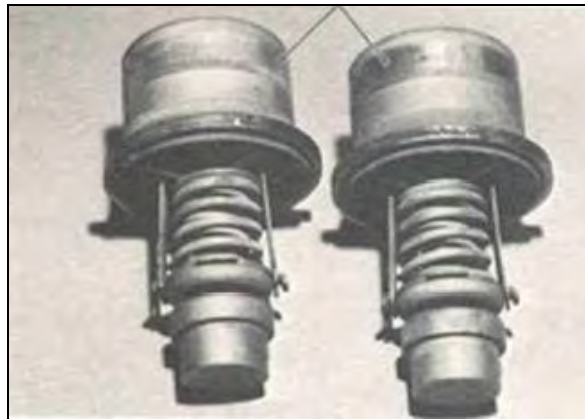
Gambar 10.114 Fan clutch

Hal yang sama juga dapat terjadi pada fan clutch. Jika fan clutch mengalami kerusakan stuck on atau partially on dapat menyebabkan overcooling karena jumlah udara untuk mendinginkan coolant tidak sesuai. Jumlah udara yang terlalu banyak akan mendinginkan coolant secara berlebihan sehingga tidak dapat menjaga tidak dapat menjaga temperatur kerja dengan benar.

20. Thermostat

Gambar 10.115 Thermostat

Thermostat dapat mengalami kerusakkan macet dalam kondisi terbuka (stuck open) atau terbuka sebagian (partially open). Thermometer group dapat digunakan memeriksa operasi thermostat. Pasanglah probe di tangki bagian atas (top tank) radiator dan di outlet block engine. Hidupkan engine selama 10 – 15 menit. Kemudian bacalah nilai temperatur pada thermometer gauge.

Jika temperatur yang terbaca nilainya hampir sama dan di bawah spesifikasi temperatur kerja engine maka hal itu menunjukkan bahwa kemungkinan thermostat dalam kondisi stuck open sehingga akan menyebabkan coolant mengalir secara terus – menerus melewati radiator dan coolant akan di dinginkan secara berlebihan. Jika thermostat mengalami kerusakan seperti ini gantilah thermostat tersebut. Untuk spesifikasi thermostat yang benar adalah nilai temperatur pada tangki bagian atas radiator akan lebih rendah dari temperatur pada outlet block engine.

Periksa kondisi thermostat secara fisik meskipun thermostat bekerja dengan baik dalam membuka dan menutup.

Gambar 10.116 – Periksa bonnet pada thermostat

Pada thermostat jenis bonnet yang digunakan dalam full-flow bypass system, periksalah kondisi alur (groove) dan kerusakan – kerusakan pada bonnet (Gambar 10.116). Kerusakan pada alur (groove) dapat membuat thermostat tidak dapat menyekat dengan bagus.

Gambar 10.117 Periksa kondisi thermostat housing

Setelah thermostat dipastikan dalam kondisi bagus kemudian periksalah kondisi pada thermostat housing. Periksa kondisi counterbore, pastikan permukaannya bersih, halus dan bebas dari kotoran atau material asing (Gambar 10.117).

Periksa kondisi dan pemasangan seal di dalam thermostat housing karena kerusakan dan pemasangan seal yang tidak benar atau miring dapat menyebabkan coolant dapat mengalir di antara seal dan thermostat.

Pada beberapa jenis thermostat housing mempunyai sebuah bleed hole dan orifice yang berfungsi untuk mengeluarkan udara saat melakukan pengisian coolant sehingga dapat mencegah udara terjebak di dalam system pendingin.

Pastikan kondisi bleed hole tidak tersumbat. Tidak direkomendasikan untuk memperbesar lubang pada bleed hole karena dapat menyebabkan terjadinya overcooling. Pada beberapa aplikasi machine menggunakan sebuah check valve untuk membatasi aliran coolant yang melewati bleed hole.

Vent line pada kondisi beban ringan

Pada beberapa aplikasi truck engine menggunakan sebuah vent line yang di pasang oleh Other Equipment Manufacturers (OEM's). Jika vent line tersebut terbuka (open) dapat menyebabkan terjadinya overcooling pada kondisi beban engine ringan dan low idle yang terlalu lama karena vent line akan mengalirkan coolant langsung menuju top tank radiator. Kondisi dapat di hindari dengan cara memasang check valve pada vent line.

Komponen – Komponen Yang Berpengaruh Dalam Sistem Pendingin

Sambungan Ground Baterai

Sambungan ground pada engine yang tidak bagus dapat menyebabkan masalah pada sistem pendingin karena terjadinya proses electrolysis. Pastikan semua sambungan ground bersih dan terikat dengan kuat ke block engine.

Core Oil Cooler

Lakukan pengetesan dengan tekanan dapat di gunakan untuk memeriksa kebocoran pada core di dalam oil cooler. Kebocoran dapat di perbaiki tergantung seberapa besar kerusakan dan lokasi kerusakan pada komponen oil cooler.

Oli akan mengalir pada sekeliling tube yang ada di dalam oil cooler sedangkan coolant akan mengalir melewati bagian dalam tube. Jika tube tersumbat maka harus di bersihkan agar aliran coolant tetap lancar. Saluran untuk oli pada core oil cooler tidak dapat di bersihkan jika tersumbat.

Jika core terkontaminasi akibat kerusakan pada sistem maka oil cooler harus di ganti. Sebelum melakukan pemasangan oil cooler baru periksalah dahulu kondisi oil filter. Dari pengamatan pada oil filter dapat menunjukan kondisi oil cooler.

Lakukan pemeriksaan pada oil filter sebagai berikut :

Periksa skematik sistem pelumasan untuk mengetahui aliran oli pada sistem pelumasan apakah aliran oli melalui oil filter dulu sebelum ke oil cooler atau aliran oli melalui oil cooler kemudian ke oil filter. Umumnya pada system pelumasan aliran oli akan melalui oil cooler kemudian ke oil filter dan ke oil manifold.

Carilah bila terdapat serpihan – serpihan logam pada oil filter. Jika ditemukan pada oil filter terdapat banyak serpihan – serpihan logam maka kemungkinan pada oil cooler juga sama. Serpihan – serpihan logam di dalam oil cooler tidak bisa dibersihkan karena core pada oil cooler tidak reusable.

Periksa penyebab terjadinya keausan. Jika kerusakan terjadi hanya sesaat saja maka serpihan hanya sedikit saja. Tetapi jika kerusakan terjadi secara terus – menerus dan bertahap maka jumlah serpihan akan semakin banyak dan besar tergantung dari seberapa parah kerusakan atau keausan yang terjadi di dalam system.

Lihatlah pada literatur: SEBF8077 Caterpillar® Guideline For Reusable Parts and Salvage Operations –Engine Oil Coolers” dan SEBF8085 Caterpillar®

Guideline For Reusable Parts and Salvage Operations –Endsheet Inspection of Rubber Endsheet Oil Coolers”.

Core After-Cooler

Biasanya, core after-cooler dipakai vehicle menerima persediaan udara yang cukup. Bagaimanapun, persediaan udara yang cukup adalah penting jika core after-cooler dipakai pada engine dalam ruangan. Jika dalam kasus ini, pastikan semua uap blowby diarahkan menuju luar ruangan. Jika uap dipipa menuju pemasukan udara, maka akan menurunkan efisiensi dari after-cooler.

Oleh karena konstruksi after-cooler, tidak memungkinkan membersihkan bagian dalam bundelan pipa – pipa menggunakan tangkai. Tetapi hal tersebut mungkin, dengan penataan pipa yang special, membalik aliran air dengan deras melewati after-cooler untuk membilas balik. Hal ini dapat disempurnakan dengan mengoperasikan engine kira – kira satu jam dengan beban ringan atau tanpa beban. Hal ini akan membantu membersihkan core. Jika hal ini tidak memungkinkan, lepas semua pipa yang terhubung ke after-cooler dan buatlah adaptor yang dapat digunakan untuk membilas core dengan air segar.

Jika air segar digunakan untuk membersihkan core, tekanan air tidak boleh lebih dari 170 sampai 210 kPa (25 sampai 30 psi). jangan memberhentikan aliran keluar air yang keluar dari core dan biarkan tekanan air meningkat dalam core. Jika after-cooler dapat dilepas dengan mudah, hal tersebut lebih baik dilakukan di dalam shop.

21. Radiator Cap

Radiator cap harus dapat menjaga agar coolant dan tekanan tidak kurang pada system pendingin. Radiator cap pada aplikasi radiator yang berukuran besar gasket-nya dapat diganti tetapi pada aplikasi radiator yang lain jika terjadi kerusakan pada gasket maka harus diganti dengan radiator cap baru.

Relief valve

Relief valve pada sistem pendingin tidak dapat diperbaiki tetapi dapat dibersihkan. Jika tekanan pada sistem pendingin kurang karena kebocoran pada relief valve gantilah dengan relief valve yang baru.

Fan Belt

Fan belt harus satu set dalam pemakaiannya. Jika salah satu dari fan belt mengalami kerusakan atau keausan maka untuk penggantian juga harus satu set.

Pulley

Pulley dapat direkondisi dengan syarat – syarat tertentu. saat kondisi tertentu. Pulley direkondisi dengan proses re-machining untuk memperbaiki alurnya (groove). Untuk prosedur rekondisi dan spesifikasinya, mengacu pada literatur Guideline for Reusable Parts, Cast Iron And Steel Pulley Grooves, Form SEBF8046. Keausan pada pulley terjadi pada sisi – sisi dari alurnya. Keausan ini disebabkan oleh abrasive material yang berada di antara belt dan groove. Semakin pulley mengalami keausan maka posisi belt akan semakin dalam pada pulley. Jika belt dan pulley masih bagus, posisi belt akan berada di atas pulley edge.

Jangan menggunakan belt yang menggunakan pembungkus (belt dressing) untuk mencegah agar belt tidak slip. Karena umumnya bahan pembungkus tersebut sangat lunak sehingga akan mudah aus.

22. Fan Assembly

Jangan memperbaiki fan assembly yang telah rusak. Karena fan assembly di buat dan di rancang oleh manufaktur dengan beberapa pengetesan sehingga fan mempunyai keseimbangan pada putaran tertentu dengan seminimal mungkin getaran. Perbaikan atau kerusakan akan menyebabkan titik keseimbangan berkurang dan dapat memperlemah struktur fan.

Fan Shroud & Baffles

Fan shroud dan baffles tidak dapat direkondisi. Pastikan kedua komponen ini dipasang setelah melakukan penggantian radiator core. Fan shroud dan baffles sangat mempengaruhi efisiensi fan dan dapat mencegah terjadinya recirculation udara. Perlu diperhatikan jika radiator guard penyok dapat menyebabkan fan blade akan kontak dengan shroud.

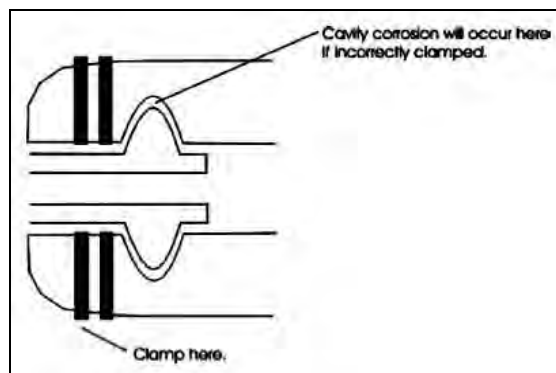
Radiator Mount

Dudukan untuk radiator (radiator mount) yang fleksibel mencegah radiator dari kerusakan normal yang disebabkan oleh getaran machine atau engine. Ketika radiator dilepas untuk melakukan perbaikan, periksalah dudukan (mounting) dan khususnya kondisi karetnya (rubber).

Jika rubber telah mengalami keausan atau kerusakan gantilah dengan rubber yang baru. Pastikan pada saat pemasangan bolt untuk mengikat mounting dikencangkan sesuai torque yang benar. Lihat pada Service Manual yang sesuai.

Fan Guard

Getaran dapat merusak pelindung kipas (fan guard). Pastikan bolt yang mengikat fan guard tidak kendor atau hilang. Jika kawat/jeruji pelindung telah rusak pada sambungan las aslinya dapat dilakukan tack welded sesuai tempatnya. Jika kawat/jeruji rusak, kawat/jeruji baru harus dipasangkan.

23. Hose dan Clamp

Gambar 10.118 Hose clamp

Hose harus diikat (clamp) dengan benar (Gambar 10.118) karena jika dalam pemasangan dan pengencangan clamp tidak benar dapat menyebabkan kavitasi erosi.

Dalam pemasangan hose hal yang perlu di perhatikan adalah jangan mengencangkan clamp terlalu rapat. Kencangkan clamp sampai menggigit lapisan karet pada hose. Jika clamp samapi merobek lapisan karet hal itu menunjukkan clamp terlalu kencang. Penggantian hose dilakukan ketika hose mengalami kerusakan atau bocor dan saat telah mencapai scheduled service interval. Ingat bahwa semua hose yang dipakai pada sistem pendingin dibuat dengan material yang sama dan dioperasikan dalam lingkungan yang sama. Maka, jika ada salah satu hose yang mulai bocor, gantilah semua hose. Atau jika menggunakan scheduled service interval, rekomendasi penggantian hose adalah setiap tiga tahun atau 4000 jam.

Kadangkala sulit untuk memeriksa kondisi hose karena umumnya hose dicat untuk memudahkan memeriksa jika hose mengelupas atau retak. Ketika sistem pendingin temperaturnya sudah tidak panas dan tekanan dalam system sudah rendah, peganglah hose jika hose terasa tidak keras (empuk) maka hose perlu diganti. Beberrapa faktor yang menyebabkan hose menjadi lembek antara lain: jika di dalam radiator atau sistem pendingin terdapat oli akan membuat inner liner hose akan lembek atau umur dari hose sudah terlalu lama dan inner liner di dalam hose sudah rusak.

Inner liner di dalam hose yang rusak dapat terbawa dan ikut bersirkulasi dengan coolant sehingga dapat menghambat aliran coolant di dalam system pendingin. Hal ini sering terjadi tetapi karena tidak menimbulkan kebocoran maka masalah ini sulit untuk di temukan khususnya pada saat melakukan troubleshooting dengan masalah overheating.

Pada aplikasi yang menggunakan pemanas (heater) saat musim panas pastikan valve pada saluran pemanas pada posisi –OFF” sehingga tidak ada tekanan pada hose untuk saluran pemanas.

Jika hose pada saluran pemanas kendor akan menyebabkan coolant system pendingin akan bocor melalui hose tersebut. Pastikan semua hose pada system pendingin dan pada hose untuk saluran pemanas selalu dalam kondisi bagus.

24. Thermostat

Thermostat tidak dapat di perbaiki jika terjadi kerusakan harus dilakukan penggantian.

Temperatur Gauge

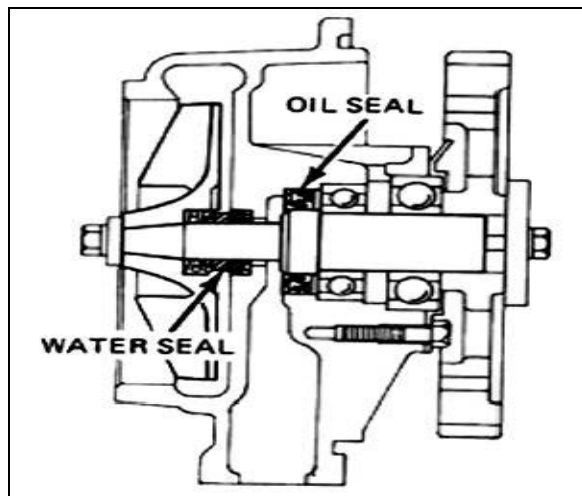
Ada dua jenis temperatur gauge yaitu jenis electrical dan mekanikal. Untuk melakukan pemeriksaan pada electric gauge yang harus diperhatikan adalah dalam melakukan pengecekan temperature send unit dan gauge harus dicek secara terpisah.

Rule of Thumb

Jenis gauge yang mekanikal, bulb dan tube menjadi satu pada gauge dan tidak bisa diperiksa secara terpisah. Dalam pemasangan gauge yang jenis mekanikal pastikan panjang tube sesuai sehingga gauge dapat beroperasi dengan baik.

Ada beberapa jenis untuk gauge mekanikal dalam bentuk dan batas merah range (red range) pembacaan temperatur. Umumnya red range pada gauge adalah 108°C (227°F), untuk Track-Type Tractor 113°C (235°F), dan untuk Highway truck 99°C (210°F).Red range untuk transmission temperature gauge adalah 132°C (270°F). Part number untuk setiap gauge dapat berbeda – beda karena panjang tube ke bulb pada setiap gauge bisa berbeda.

Pada machine yang menggunakan system monitoring EMS, jika temperatur coolant mencapai temperatur 107°C (225°F) maka lampu untuk temperatur coolant akan menyala untuk mengingatkan operator.

25. Water Pump

Gambar 10.119 Water pump

Kerusakan pada water pump umumnya di sebabkan oleh kerusakan seal yang menyebabkan kebocoran oli atau coolant. Semua jenis water pump mamiliki lubang drain (drain cavity) pada pump housing. Saluran lubang ini berfungsi untuk mengeluarkan kebocoran coolant didalam water pump. Pastikan lubang ini tidak tertutup atau tersumbat karena hal ini dapat menyebabkan coolant tidak bisa keluar dan akan mengalir ke oil seal pada water pump sehingga coolant dapat masuk ke system pelumasan bercampur dengan oli engine yang dapat menyebabkan kerusakan pada engine. Oleh sebab itu umumnya drain hole di tutup oleh material yang mudah menyerap (porous material) sehingga dapat mencegah kontaminan masuk ke drain cavity.

Seal assembly dipakai pada water pump. Beberapa jenis seal assembly kadang – kadang dilengkapi dengan tool untuk memasang seal dan ring

dengan benar. Air yang bersih digunakan sebagai pelumasan untuk memudahkan dalam pemasangan seal. Jangan pernah menggunakan oli sebagai pelumas karena oli dapat menyebabkan seal mengembang, lunak atau berputar bersama shaft. Umumnya seal terbuat dari teflon yang dapat berfungsi sebagai pelumas. Tidak boleh menyentuh permukaan bagian dalam seal pada saat pemasangan.

Bearing di dalam water pump dapat diganti ketika water pump direkondisi. Impeller, shaft dan cover dapat digunakan lagi kecuali jika ada kerusakan bearing dan water pump sudah dioperasikan terlalu lama maka water pump assembly harus di ganti.

Ketika melakukan rekondisi water pump sebelum mengeluarkan semua komponen di dalam water pump yang harus di lakukan adalah memeriksa:

Posisi shaft (shaft position)

Kelurusan Pulley (pulley aligment)

Jarak kelonggaran Impeller (impeller clearance)

Pastikan shaft dalam kondisi bersih sebelum seal dipasang. Karat atau serpihan material dapat merusak permukaan seal. Jangan memakai hammer untuk memasang impeller. Hammer akan meretakkan permukaan seal. Gunakan penekan atau retaining bolt untuk menarik seal agar masuk ke shaft. Pastikan housing ditopang dengan benar karena housing berbahan logam getas sehingga housing dapat pecah jika terlalu di tekan.

Saat melakukan pemsangan water pump baru berilah sedikit oli pada bearing-nya. Jangan menghidupkan engine tanpa coolant terisi pada sistem pendingin. Jika water pump dioperasikan tanpa coolant dapat menyebabkan kerusakan pada seal karena seal mengalami overheating.

Setelah melakukan pembilasan (flushing) pada sistem pendingin lakukan pemeriksaan pada water pump sekitar 1 minggu sekali. Seringkali terjadi kerusakan pada seal karena setelah pembilasan karat dan endapan yang ada di dalam sistem pendingin akan masuk dan merusak permukaan seal di dalam water pump.

26. Cylinder Head

Umumnya cylinder head diperbaiki karena mengalami retak atau bocor. Kerusakan pada expansion plug (welch plug) di bagian atas dan samping

cylinder head dapat menyebabkan kebocoran. Jika terjadi kebocoran pada permukaan tersebut akan terlihat percikan coolant pada sisi – sisi plug.

Plug harus diganti dan pastikan permukaan untuk memasang plug bersih dan gunakan sealant saat memasang plug. Keretakan pada cylinder head umumnya terjadi di antara valve port, pre-combustion chamber atau lubang untuk nozzle diantara valve port. Keretakan pada cylinder head dapat diperbaiki melalui proses pengelasan re-manufacturing.

Periksa cylinder head jika mengalami kebengkokan (bend) atau melengkung (warpage). Sebelum pemasangan precombustion chamber baru pada cylinder head, periksa permukaan gasket pre-combustion chamber di head jika ada guratan atau karat dapat menyebabkan pre-combustion chamber baru tidak dapat menyekat dengan baik.

Jika pre-combustion chamber dilepas dari cylinder head, gunakan O-ring seal baru pada pre-combustion chamber saat memasang lagi ke head. Hal itu untuk menghindari kebocoran di sekitar seal karena dapat mengakibatkan overheating. Gasket baru juga harus dipasang untuk menyakinkan lubang untuk glow plug terpasang dengan benar.

Lihat modul Service Manual yang tepat untuk mengetahui prosedur yang benar tentang pemasangan dan hal – hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemasangan pre-combustion chamber.

Masalah Electrical Ground

Mulai jelas bahwasannya ada beberapa kerusakan engine yang dapat dicegah, selama problem dikenali dalam sistem pendingin, disebabkan oleh arus listrik yang mengalir melewati coolant dari problem electrical ground dan membangkitkan listrik statis dimanapun pada equipment. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan engine dalam 24,000 miles walaupun kualitas perawatan system pendingin sudah bagus.

Lakukan pemeriksaan terhadap system kelistrikan karena dapat system kelistrikan yang tidak bagus dapat mempengaruhi system pendingin karena arus listrik dapat mengalir dan efek elektrolisa dapat terjadi pada system pendingin.

Kerusakan komponen engine karena arus listrik yaitu terjadinya lubang – lubang (pitted) pada liner, oil cooler, radiator, extreme aluminium corrosion, dan kerusakan pada water pump dan gasket head. Korosi alumunium akan menyebabkan aliran coolant yang melewati oil cooler terhambat sehingga

keausan ring dan bearing akan terjadi karena system tidak bisa menjaga temperatur kerja oli dan kekentalan oli engine tidak bagus.

Lapisan tembaga yang melapisi komponen besi akan mengelupas sehingga kerusakan besi dapat terjadi. Korosi juga akan terjadi pada komponen – komponen pada system pendingin.

Kerusakan – Kerusakan Yang Pernah Terjadi

Copper injector shell pada truck engine mengalami kerusakan dalam 30 hari karena kabel ground putus sehingga arus listrik akan grounded melewati coolant.

Liner (cylinder) pada aplikasi marine engine mengalami pitting. Sebagai indikasi dari pengetesan coolant di laboratorium bahwa engine mengalami kerusakan. Motor starter 12 Volt yang berfungsi untuk memutar engine pertama kali menjadi penyebab kerusakan karena kabel grounded yang tidak benar menyebabkan arus listrik mengalir melewati coolant.

Block engine pada aplikasi towboat mengalami pitting. Pitting terjadi karena arus listrik mengalir melewati coolant dari dua buah switch yang rusak yaitu switch rusak pada sistem after-cooler dan switch rusak pada air conditioning unit di dalam kabin captain.

Alumunium tangki atas radiator (top tank) yang mengalami pitting pada aplikasi sebuah fleet truck yang dilengkapi dengan suspensi kantong karet udara (rubber air bag suspension) pada bagian belakang. Dari bagian belakang fleet truck terbangkit arus yang melewati drive shaft kemudian ke sistem pendingin engine. Untuk mencegah kerusakan tersebut maka harus di pasang grounding di bagian belakang dan transmissi agar tidak terjadi kerusakan pada komponen engine.

Fleet truck yang di gunakan sebagai pengangkut bahan bakar (tangker) dan truk pengangkut (flatbed) menggunakan engine dan machine yang sama mengalami kerusakan sebesar 60 engine setiap tahun. Limapuluh empat engine pada truk pengangkut (flatbed) rusak sementara hanya enam engine rusak pada pada truk pengangkut bahan bakar (tanker). Tanker mempunyai

bonded ground system sedangkan flatbed tidak punya. Rasio sembilan 9 : 1 menunjukkan potensi kerusakan pada aplikasi yang tidak menggunakan ground.

Engine untuk penggerak sebuah hauling truck pengangkut pipa plastik mengalami kerusakan setiap 100,000 miles (161,0000 km). Operator memberikan informasi bahwa beban (pipa) mengalami panas sampai menyala – nyala (glowing) karena adanya electric static selama pipa bersentuhan dengan udara dan terkena panas. Kemudian operator mengatasinya dengan cara menutupi pipa sehingga pipa terlindungi. Dengan cara tersebut dapat menjaga umur engine lebih dari 300,000 miles (483,000 km).

Pada model engine electronic komponen seperti head gasket, water pump, radiator, oil cooler dan transmission banyak yang mengalami kerusakan. Kapasitor yang ada didalam computer (ECM) akan menyimpan arus listrik yang dapat mengalir melewati coolant ketika engine sudah dimatikan atau di hidupkan. Arus listrik akan tetap ada yang mengalir walaupun battery sudah dilepas dari unit.

Pengujian Tegangan Listrik di dalam Sistem Pendingin pada Machine dan Marine Equipment

Peralatan yang dibutuhkan

Di butuhkan sebuah multimeter atau voltmeter yang dapat dipakai untuk membaca arus AC dan DC. Alat ukur dibutuhkan untuk membaca tegangan dari 0 Volt sampai 1/10 Volt. Lead dari alat ukur harus panjang agar dapat mengukur dari coolant sampai sisi ground battery. Penggunaan digital voltmeter tidak direkomendasikan dalam pengukuran ini.

27. Prosedur Pengujian Pada Machine

Pasanglah lead negative alat ukur ke ground battery.

Pasanglah lead positive alat ukur ke coolant, hanya sentuhkan ke coolant.

Baca tegangan DC dan AC dengan kondisi semua sistem pada posisi OFF. Jika menggunakan block heater lakukan pembacaan tegangan pada posisi heater dihidupkan. Jika dilengkapi dengan automatic battery charger lakukan pembacaan tegangan pada posisi stand-by. Kemudian lakukan juga pembacaan tegangan pada kondisi semua sistem bekerja.

Baca tegangan DC dan AC saat electrical starter digunakan.

Baca tegangan DC dan AC dengan kondisi engine hidup (running) kemudian hidupkan semua sistem; lampu, heater, air conditioning dan two-way radio dengan kondisi radio dalam keadaan stand-by dan transmit.

Lepaskan lead positive dari coolant dan ulangi pengetesan tegangan DC dan AC dengan cara menyentuhkan lead positive ke tangki radiator bagian atas pada sambungan logam untuk hose.

Lepaskan lead positive dari coolant dan ulangi pengetesan tegangan DC dan AC dengan cara menyentuhkan lead positive ke bagian luar engine block.

Prosedur merupakan pengetesan sistem secara lengkap kecuali untuk arus listrik yang di dihantarkan dari sisi rear end dan transmission. Terutama untuk machine yang di lengkapi dengan air bag suspension, rubber pad suspension dan rubber mounted transmission. Arus akan dihantarkan melalui drive shaft ke ground kemudian ke coolant engine.

Direkomendasikan untuk memasang grounding pada rear end dan transmission ke frame yang terhubung juga dengan ground battery.

Prosedur Pengetesan untuk Marine Equipment

Pasanglah lead negative alat ukur ke ground battery.

Pasanglah lead positive alat ukur ke coolant, hanya sentuhkan ke coolant.

Baca tegangan DC dan AC dengan kondisi semua sistem pada posisi OFF. Jika menggunakan block heater lakukan pembacaan tegangan pada posisi heater dihidupkan. Jika dilengkapi dengan automatic battery charger lakukan pembacaan tegangan pada posisi stand-by. Kemudian lakukan juga pembacaan tegangan pada kondisi semua sistem bekerja.

Baca tegangan DC dan AC saat electrical starter digunakan.

Baca tegangan DC dan AC dengan kondisi engine hidup (running) kemudian hidupkan semua sistem; lampu, heater, air conditioning dan semua system elektrik di hidupkan. Stand-by generator dan engine penggerak utama harus dalam keadaan hidup dalam pengukuran ini.

Lepaskan lead positive dari coolant dan ulangi pengetesan tegangan DC dan AC dengan cara menyentuhkan lead positive ke bagian luar engine block.

Pembacaan Alat ukur

Jika tegangan yang di baca sebesar 0 sampai 0,3 Volt maka nilai tegangan masih masuk dalam spesifikasi pada cast iron engine. Jika tegangan yang di baca sebesar 0,5 Volt maka harus di lakukan perbaikan karena dapat menyebabkan kerusakan pada cast iron engine dan menurut spesifikasi jika nilai tegangan mencapai 0,15 Volt sudah dapat merusak komponen engine yang berbahan aluminium.

Arus AC akan timbul jika terjadi kerusakan pada dioda didalam alternator atau karena timbulnya electric static.

Jika tegangan muncul pada coolant saat semua sistem elektrik di hidupkan maka yang harus di lakukan adalah dengan cara mematikan sistem elektrik satu persatu sampai di temukan sistem elektrik mana yang menimbulkan tegangan pada coolant.

Motor starter dapat menyebabkan kerusakan pada engine jika sistem groundingnya tidak benar karena motor starter juga dapat menyebabkan jumlah arus listrik yang mengalir hampir sama dengan saat melakukan pengelasan listrik.

Gantilah coolant jika ditemukan adanya tegangan yang berlebih pada sistem pendingin karena iron protecting chemical yang terkandung di dalam coolant akan hilang oleh arus listrik yang berlebihan.

Jika terjadi kerusakan pada komponen – komponen yang berbahan alumunium lakukan pemeriksaan pada oil cooler dan radiator untuk memastikan aliran coolant tidak tersumbat oleh endapan karena endapan dari pengikisan dan partikel – partikel aluminium. Hal ini dapat menyebabkan liner scoring dan kerusakan engine.

Jika ada arus listrik di dalam coolant sistem pendingin pada kondisi engine mati dan battery dilepas maka kemungkinan terjadi kerusakan pada kapasitor di dalam computer (ECM).

28. Engine Sudah Lama Tidak Dioperasikan

Sebuah engine yang tidak di hidupkan dalam waktu yang cukup lama dapat menyebabkan masalah di dalam sistem pendingin. Kontaminan di dalam sistem akan mengendap pada permukaan – permukaan komponen dan mengental. Beberapa komponen yang perlu diperhatikan adalah :

Seal water pump

Setelah sekian lama engine tidak di hidupkan, seal dapat menjadi keras, getas dan terdapat endapan kotoran di sekitar seal. Pada start up awal, seal – seal ini dapat tergores atau retak.

Hose

Dapat menjadi keras dan cenderung retak atau sobek, khususnya disekeliling area pengikatan.

Thermostat

1. Dapat mengalami stuck open atau closed karena adanya kontaminan. Core Radiator

2. Dapat tersumbat oleh kotoran (endapan kotoran atau karat). Radiator pressure cap

3. Seal pada radiator cap akan kering, retak dan valve bisa tersumbat oleh kontaminan.

29. Galleries

Saluran pada oil cooler, by-pass dan shunt line dapat tersumbat oleh endapan kotoran dan kontaminan.

Sebelum menghidupkan engine lakukan pemeriksaan sekeliling engine (visual inspection) secara menyeluruh dengan cara memeriksa kondisi hose, saluran – saluran sistem pendingin, radiator cap dan level coolant di dalam sistem. Setelah menghidupkan engine, periksalah level coolant dan pastikan thermostat beroperasi dengan benar.

Untuk menghidupkan engine yang sudah tidak di hidupkan dalam waktu yang cukup lama direkomendasikan untuk melakukan pembilasan (flushing) pada sistem pendingin dan juga lakukan penggantian coolant.

Afterboil

Jika sistem pendingin telah mencapai temperatur kerja operasi engine kemudian engine dimatikan sebenarnya temperatur coolant pada sistem pendingin akan naik dulu kemudian setelah itu temperatur coolant akan turun sampai dingin.

Saat engine baru saja di matikan panas yang ada di dalam cylinder dan cylinder head akan tetap diserap oleh coolant dengan kondisi water pump tidak

berputar, coolant tidak dapat melewati radiator dan pendinginan udara oleh fan tidak ada. Coolant yang panas akan menguap dan akan disalurkan lewat radiator cap ke reservoir.

Ketika engine dan coolant mulai dingin maka tekanan di dalam system pendingin akan rendah sehingga coolant engine dari reservoir akan kembali ke dalam radiator. Level coolant pada reservoir harus selalu di periksa saat engine dingin.

30. Kesimpulan Overheating – Masalah Dan Penyebab

1.	Level Coolant Rendah
	a. Kebocoran external disebabkan oleh sambungan, tutup radiator yang kendor atau relief valve sistem pendingin rusak.
	b. Kebocoran internal disebabkan oleh cylinder head retak, cylinder block retak, cylinder head kendor, core pendingin yang rusak, after-cooler yang rusak, gasket
2.	Aliran Udara yang Melewati Radiator Kurang
	a. Core radiator tersumbat.
	b. Kisi – kisi radiator bengkok atau rusak.
	c. Kecepatan kipas rendah sebab kecepatan high idle engine rendah.
	d. Fan telah rusak atau terpasang terbalik.
	e. Fan belt dan pulley kendor atau aus.
	f. Fan shroud rusak, diameter fan yang salah atau fan blade salah jumlahnya.
	g. Posisi fan blade salah (arah fan yang keluar dari shroud harus kira – kira 50%).
	h. Ujung fan berlebih terhadap celah shroud. Maksimum celah harus 0,38".
	i. Shutter tertutup (jika dilengkapi).
	j. Kopling fluida pada fan tidak enggage.
3.	Tekanan Sistem Pendingin Tidak Cukup
	a. Pressure gauge rusak.

	b. Tutup radiator rusak.
	c. Pressure relief valve pada sistem pendingin rusak.
	d. Leher tangki bagian atas radiator atau stud rusak.
4.	Coolant Overflow
	a. Udara dalam sistem pendingin sebab pengisian sistem pendingin yang salah.
	b. Gas hasil pembakaran dalam sistem pendingin dari cylinder head yang kendor, cylinder head retak, pre-combustion chamber yang kendor atau rusak, gasket cylinder head rusak, cylinder liner counterbore aus.
	c. Uap panas dalam sistem pendingin disebabkan oleh engine torque converter overload atau level coolant rendah.
	d. Compressor udara yang rusak.
5.	Aliran Coolant Kurang oleh karena Water Temperature Regulator Stuck
	a. Water temperature regulator tidak ada.
	b. Kecepatan high idle engine rendah.
	c. Impeller pompa air kendor.
	d. Radiator tersumbat pada bagian dalam.
6.	Temperature Udara Masuk Tinggi atau Hambatan
	a. Temperature udara sekitar tinggi.
	b. Screen tersumbat pada blower fan ruangan engine.
	c. Pipa udara masuk tidak tersambung dengan ruang engine.
	d.Core after-cooler kotor.
	e. Penyaring udara tersumbat.
	f.Turbocharger rusak atau diselubungi karbon.
7.	Perpindahan Panas Rendah
	a. Aliran air yang tidak cukup yang melewati heat exchanger.
	b. Kerusakan pada keel cooler.
	c.Udara panas ke radiator disebabkan oleh pendingin oli hydraulic overheating.
	d. Scale pada cylinder diding liner atau cylinder head.
8.	Hambatan Exhaust

	a. Penyaring udara tersumbat.
	b. Turbocharger rusak
	c.Hambatan pada pipa exhaust.
	d. Air dalam muffler.
	e. Baffle yang kendor dalam muffler.
	f.Pipa exhaust terlalu panjang atau terlalu banyak bengkokan.

Berikut ini perawatan Interval pada Unit Excavator

MAINTENANCE INTERVAL SCHEDULE

When Required

1. Air Conditioner/Cab Heater Filter - Inspect/
2. Replace
3. Boom Base Pins – Lubricate
4. Bucket Linkage - Inspect/Adjust
5. Bucket Tips - Inspect/Replace
6. Cab Air Filter - Clean/Replace
7. Circuit Breakers – Reset
8. Electric Refueling Pump Strainer - Clean
9. Engine Air Filter Primary Element - Clean/
10. Replace
11. Engine Air Filter Secondary Element - Replace
12. Engine Air Filter Service Indicator – Inspect
13. Fuses – Replace
14. Oil Filter – Inspect
15. Track Adjustment – Adjust
16. Windshield Washer Reservoir – Fill
17. Windshield Wipers - Inspect/Replace

Every 10 Service Hours or Daily for First 100 Hours

1. Boom, Stick and Bucket Linkage - Lubricate
2. Dozer Blade Linkage - Lubricate
3. Every 10 Service Hours or Daily
4. Cooling System Level – Check
5. Engine Oil Level – Check
6. Fuel System Water Separator – Drain
7. Fuel Tank Water and Sediment – Drain
8. Hydraulic System Oil Level – Check
9. Indicators and Gauges –Test
10. Radiator Core – Clean
11. Seat Belt – Inspect
12. Track Adjustment – Inspect
13. Travel Alarm – Test
14. Undercarriage – Check
15. Walk-Around Inspection
16. Windows - Clean

1. Every 10 Service Hours or Daily for Machines Used in Severe Applications

1. Boom, Stick and Bucket Linkage - Lubricate

2. Every 50 Service Hours or Weekly

1. Boom, Stick and Bucket Linkage – Lubricate

2. Dozer Blade Linkage – Lubricate

3. Initial 100 Service Hours

1. Engine Oil and Filter - Change

Fuel System Primary Filter - Clean/Inspect/Replace

Fuel System Priming Pump - Operate

4. Initial 250 Service Hours

Engine Valve Lash – Check

Final Drive Oil – Change

Hydraulic System Oil Filter – Replace

Swing Drive Oil - Change

5. **Every 250 Service Hours or Monthly**

    1. Air Conditioner – Test
    2. Air Conditioner Condenser – Clean
    3. Belts - Inspect/Adjust/Replace
    4. Cooling System Coolant Additive (DEAC) – Add
    5. Cooling System Hoses – Inspect
    6. Engine Oil Sample – Obtain
    7. Engine Oil and Filter – Change
    8. Final Drive Oil Level – Check
    9. Final Drive Oil Sample – Obtain
    10. Hydraulic System Oil Sample – Obtain
    11. Swing Bearing – Lubricate
    12. Swing Drive Oil Level- Check

6. **Every 500 Service Hours or 3 Months**

    1. Engine Crankcase Breather - Clean
    2. Fuel System Primary Filter - Clean/Inspect/
    3. Replace
    4. Fuel System Priming Pump - Operate
    5. Fuel System Priming Pump Strainer - Clean
    6. Fuel Tank Cap and Strainer - Clean
    7. Hydraulic System Oil Filter - Replace

7. **Every 1000 Service Hours or 6 Months**

    1. Battery - Recycle
    2. Battery Electrolyte Level - Check
    3. Battery, Battery Cable or Disconnect Switch -

4. Replace
5. Engine Valve Lash - Check
6. Hydraulic System Oil Return Filter - Replace
7. Swing Drive Oil - Change
8. Water Pump Bearing - Lubricate

8. Every 2000 Service Hours or 1 Year

1. Final Drive Oil - Change
2. Hydraulic System Oil - Change
3. Swing Gear- Lubricate
4. Every 3000 Service Hours or 2 Years
5. Cooling System Coolant (DEAC) – Change

9. Every 3000 SERVICE HOURS OR 2 YEARS

1. Cooling System Coolant (DEAC) – Change

LUBRICANT VISCOSITIES AND REFILL CAPACITIES

1. Lubricant Viscosities

Lubricant Viscosities for Ambient Temperatures					
Compartment or System	**Oil Viscosities**	°C		°F	
		Min	**Max**	**Min**	**Max**
Engine Crankcase	SAE 0W20	-40	+10	-40	+50
	SAE 5W30	-30	+30	-22	+66
	SAE 5W40	-30	+40	-22	+104
	SAE 10W30	-20	+40	-4	+104
	SAE 15W40	-15	+50	+5	+122
Hydraulic System	SAE 5W201	-30	+40	-22	+104
	SAE 5W20	-25	+10	-13	+50
	SAE10W	-20	+40	-4	+104

	SAE 10W30	-20	+40	-4	+104
	SAE 10W40	-15	+50	+5	+122
	SAE 30	+10	+50	+50	+122
	BIO HYDO	**-7**	+32	+20	+90
Final Drive, Swing Drive	SAE 0W301	-40	+10	-40	+50
	SAE 0W20[1]	-40	**0**	-40	+32
	SAE 5W201	-30	**0**	-22	+32
	SAE 10W	-30	**0**	-22	+32
	SAE 30	-20	+25	-4	+77
	SAE 40	-10	+40	+14	+104
	SAE 50	**0**	+50	+32	+122

Tabel. Lubricant Viscosities

Kapasitas Penghisian Volume Oli

311B Approximate Refill Capacities			
Compartment or System	**Liters**	**US Gallons**	**Imperial Gallons**
Cooling System	15.5	4.0	3.4
Coolant Reservoir	1.5	0.4	0.3
Fuel Tank	250	**65**	55
Engine Oil with Filter	**~/I3**	3.4	**2.9**
Hydraulic Tank	**98**	25.8	21.5
Hydraulic System	157	41.4	34.5
Swing Drive	**2.8**	**0.7**	**0.6**
Each Final Drive	**2.6**	**0.7**	**0.6**

312B and 312B L Approximate Refill Capacities			
Compartment or System	**Liters**	**US Gallons**	**Imperial Gallons**
Cooling System	15.5	**4.0**	3.4
Coolant Reservoir	1.5	0.4	0.3
Fuel Tank	250	**65**	55

Engine Oil with Filter	13	**3.4**	2.9
Hydraulic Tank	**98**	25.8	21.5
Hydraulic System	162	42.7	35.6
Swing Drive	**2.8**	**0.7**	0.6
Each Final Drive	2.5	**0.6**	0.6

Tabel Volume Pengisian

When you start a machine in ambient temperatures below -30°C (-22°F), or when you operate a machine in ambient temperatures below -30°C (-22T), use a synthetic base stock multigrade oil with a OW viscosity grade or with a 5W viscosity grade. Use an oil with a pour point that is lower than -50°C (-58°F).

Because the number of acceptable lubricants is limited in Arctic conditions, Caterpillar has special recommendations for Arctic conditions. Caterpillar recommends the following lubricants for use in Arctic conditions:

Engine Oils

First choice: API CG-4 oils with a SAE 0W20, 0W30, 5W30, or 5W40 viscosity grade or API CF-4 oils with a SAE 0W20, 0W30, 5W30, or 5W40 viscosity grade.

Second Choice: Oils with a CG-4 additive package or oils with a CF-4 additive package and an SAE 0W20, SAE 0W30, SAE 5W30, or SAE 5W40 viscosity grade.

2. Transmission/Drive Train Oils

First Choice: Oils of full synthetic base stock without viscosity index improvers that meet the TO-4 specification for the SAE 30 viscosity grade. Typical viscosity grades are SAE 0W30 and SAE 5W30.

Second Choice: Oils with a TO-4 additive package and an SAE 0W30 or an SAE 5W30 viscosity grade.

Third Choice: API *CFfTO-2* oils with an SAE 0W20, 0W30, or 5W30 viscosity grade.

Note: If you use oils that are not recommended as the first choice, shortened life of the engine and of the transmission could result.

3. SOS Oil Analysis

Caterpillar recommends the use of the SOS oil analysis program in order to monitor the condition of your equipment. The SOS oil analysis program will complement your preventive maintenance program.

Obtaining S-O-S Oil Samples

Refer to Operation and Maintenance Manual, "General Hazard Information" for information that pertains to Containing Fluid Spillage.

Before you obtain an S-O-S oil sample, operate the machine until the oil is warm and the oil is well circulated. Then obtain the S-O-S oil sample.

There are two ways to obtain SOS oil samples. The following methods are listed in the order that is preferred:

- Use an in-line sampling valve for pressurized oil systems.
- Use a sampling gun that is inserted into the sump.

Use of the in-line sampling valve is the preferred method. This method provides samples that are less likely to be contaminated. Whenever you obtain the samples, obtain the samples from the same point. This makes the samples more representative of the oil that is in the system.

In-line sampling valves cannot be used on nonpressurized oil systems such as differentials and final drives. Use of the sampling gun is the preferred method for nonpressurized oil systems.

Refer to the Operation and Maintenance Manual, "Maintenance Interval Schedule" for the proper interval.

The SOS oil analysis is composed of four basic tests:

- Wear metal analysis
- Infrared analysis for oil condition
- Tests for contamination of the oil by fuel, by water, and/or by antifreeze
- Particle Count for hydraulics, transmissions and other gear compartments

Consult your Caterpillar Dealer for complete information and assistance about the S-O-S oil analysis program.

4. Sampling Interval and Location of Sampling Valve

Take the oil samples as close as possible to the standard intervals. In order to receive the full value from SOS oil analysis, you must establish a consistent trend of data. In order to establish a pertinent history of data, perform consistent samplings that are evenly spaced

Caterpillar Premium Greases (CPG)

5. Desert Gold (CPG)

Caterpillar Desert Gold is a heavy duty, premium synthetic, extreme pressure lubricating grease developed for the most extreme operating environments. Desert Gold is formulated with a high viscosity, synthetic base fluid, polymers and molybdenum disulfide, as well as a high viscosity index and high dropping point. Caterpillar Desert Gold will protect equipment against heavy shock loads. Desert Gold protects against corrosion in extreme heat, in moist conditions, or in dusty conditions. This product has excellent characteristics of adhesion and of stability. Caterpillar Desert Gold provides longer protection than other greases. Caterpillar Desert Gold is an environmentally friendly grease which does not contain antimony, sulfur, barium, zinc, lead, or phosphorous. Normal operating temperatures are -6 to 230°C (21 to 450°F). Caterpillar Desert Gold can operate at higher temperatures for shorter time periods. Caterpillar Desert Gold has additional extreme pressure protection for highly loaded pin joints.

6. Arctic Platinum (CPG)

Caterpillar Arctic Platinum is a super-premium extreme pressure lubricating grease developed for lubrication in below zero temperatures to moderate operating temperatures. Arctic Platinum is available in grades 000, 00, 0, 1, and 2 to ensure flow in central lube systems in a variety of ambient temperatures from -60 to 18°C (-76 to 65°F). Caterpillar Arctic Platinum has a high drop point and contains five percent molybdenum disulfide for protection against extra heavy loads. Arctic Platinum provides excellent protection against corrosion and against oxidation. Caterpillar Arctic Platinum is an environmentally friendly grease which does not contain antimony, sulfur, barium, zinc, or phosphorous.

Caterpillar Arctic Platinum is designed for long life lubrication of horizontal pivot and lower link bearings, of steering cylinders, of kingbolt bearings, of upper hitch link bearings and of ejector carrier roller bearings. This grease is extra tacky for retention on excavator carbody bearings. Caterpillar Arctic Platinum has additional extreme pressure protection for highly loaded pin joints

7. Grease Gun Storage

Illustration 71

A grease gun is stored in the radiator compartment on the left side of the machine. Remove the grease gun from the holder. After you grease the machine, push the grease gun's handle inward. Clean the grease gun nozzle. Place the grease gun back into the holder.

Specialty Lubricants

Special-Purpose Caterpillar Lubricants	
Item	**Size**
6V-4876 Lubricant[1]	500 **g** (17.6 **oz)**
5P-3931 Thread Compound[2]	150 **g (5.3 oz)**

COLD WEATHER LUBRICANTS

When you start an engine in ambient temperatures below -20°C (—4T) or when you operate a machine in ambient temperatures below -20"C (-4T), use base oils that can flow in low temperatures. These oils have viscosity grades of SAE 0W or of SAE 5W

MPGL meets the requirements for extended service intervals of automotive chassis points and for extended service intervals of wheel bearings with disc brakes in automobiles, in vans, in taxi fleets, and in light trucks. This product meets the NLGI certification of "GC-LB". Normal operating temperatures for this product are -28 to 149°C (-18 to 300°F). This product is also available as a white lithium complex grease.

1. Multipurpose Lithium Complex Grease with Molybdenum (MPGM)

MPGM is a NLGI No. 2 general purpose lithium complex grease that is used for light-duty applications and for medium duty applications. The MPGM is strengthened with a molybdenum disulfide and with a high molecular weight polymer. These additives strengthen the capabilities of lubrication. The additives also increase the protection to the parts. The MPGM is strengthened for extra lubrication and for extra protection. MPGM contains unleaded additives. MPGM also contains antiwear inhibitors, inhibitors for oxidation, and corrosion inhibitors that are for protection and lubrication in many environments. The MPGM is formulated with a high viscosity base fluid and a polymer additive.

The MPGM has the following features:

- Protection against water washout
- Increased retention
- Resistance to heavy loads

This product is recommended for the following uses: heavily loaded pin joints, journal bearings, heavy-duty automotive applications, agricultural, industrial, steel mill, mining and off-highway equipment. This product meets the NLGI certification of "GC-LB". Normal operating temperatures for this product are -28 to 149°C (-18to300°F).

Note: If MPGM is not available, use a multipurpose type grease which contains three to five percent molybdenum.

SPECIAL PURPOSE GREASE (SPG)

1. Bearing Lubrication (SPG)

Bearing Lubricant is a NLGI No. 2 lubricating grease with a polyurea thickener. This grease is recommended for high temperature antifriction bearings in the following applications: electric motors, alternators, fan drives, starters and generators. The Bearing Lubricant (SPG) has an effective operating range of -29 to 177°C (-20 to 350°F).

2. Water and Temperature Resistant Grease (SPG)

The Caterpillar Water and Temperature Resistant Grease is designed for use whenever the following conditions are a concern: water washout, severe corrosion and high operating temperatures. The grease provides extreme pressure, antiwear, oxidation, and corrosion protection without using barium, zinc, antimony, phosphorous, lead type additives, or sulfur type additives. Caterpillar Water and Temperature Resistant Grease is a grease that is friendly to the environment. The Water and Temperature Resistant Grease has excellent shear stability. The grease also resists breakdown in the presence of water. The Caterpillar Water and Temperature Resistant Grease behaves well in marine applications, in washer equipment bearings, in automotive equipment, in agricultural equipment, in industrial applications, and in construction equipment. This product meets the NLGI certification of "GC-LB". Normal operating temperatures for this product are -40 to 204°C (-40 to 400°F).

3. Re-refined Base Stock Oils

Re-refined base oils are acceptable for use in Caterpillar engines and in Caterpillar machines if these oils meet the performance requirements that are specified for a particular compartment. Each compartment has lubrication requirements and lubrication specifications in order to ensure proper lubrication and life of the system. Re-refined base oils can be used exclusively in finished oil or in a combination with new base oils. The US military specifications and the specifications of other heavy equipment manufacturers also allow the use of re-refined base oils that meet the same criteria.

The process that is used to make re-refined oil should adequately remove all wear metals that were in the used oil and all additives that were in the used oil. The vacuum distillation and the hydrotreating of used oil are utilized in the process that creates re-refined oil. Filtering is inadequate for the production of high quality, re-refined base oils from used oil.

4. After-Market Oil Additives

Caterpillar does not recommend the use of aftermarket additives in oil. It is not necessary to use aftermarket additives in order to achieve the machine's maximum service life or rated performance. Fully formulated, finished oils consist of base oils and of commercial additive packages. These additive packages are blended into the base oils at precise percentages in order to provide finished oils with performance characteristics that meet industry standards.

There are no industry standard tests that evaluate the performance of aftermarket additives in oil. There are also no industry standard tests that evaluate the compatibility of these aftermarket additives in a finished oil. Aftermarket additives may not be compatible with the finished oil's additive package, which could lower the performance of the finished oil. The aftermarket additive could fail to mix with the finished oil. This could produce sludge. Caterpillar discourages the use of aftermarket additives in finished oils.

To achieve the best performance from a Caterpillar engine, obey the following guidelines

1. Select the proper Caterpillar oil or a commercial oil that meets the specifications of the compartment.

2. To find the correct viscosity grade for your machine, see the table in the Operation and Maintenance Manual, "Lubricant Viscosities" information.

3. At the specified interval, service the engine or service the compartment. Use new oil and install a new oil filter.

4. Perform maintenance at the intervals that are specified in Operation and Maintenance Manual, "Maintenance Interval Schedule".

5. Lubricating Grease

Caterpillar provides a number of greases in order to cover a variety of applications and extreme temperature conditions. See your Caterpillar dealer or see Special Publication, PECP4025, "One Safe Source" for the part numbers.

Note: Some greases may not be used with other greases. When you use commercial grease, make sure that the grease is compatible with the grease that is currently used in your system. If you have any questions concerning the compatibility of your grease, consult your supplier.

6. Multipurpose Greases

Multipurpose Lithium Complex Grease (MPGL)

Multipurpose Lithium Complex Grease is a National Lubricating Grease Institute (NLGI) No. 2 general purpose lithium complex grease for medium duty applications. This product has good characteristics at high temperatures such as a dropping point

over 260°C (500°F). MPGL contains unleaded extreme pressure additives and antiwear inhibitors that provide extra protection in the following applications:

- Construction
- Agricultural
- Automotive

7. Final Drive Oil and Swing Drive Oil

Applications

- Power Shift Transmissions, Direct Drive Transmission, and Winches

- Final Drives: Track Type Tractors, Pipelayers, Skidders, Loaders, and Track Type Excavators

- Differentials and Final Drives: Wheel Tractors, Loaders, Skidders, Compactors, Motor Graders, Off-Highway Tractors, and Trucks

Caterpillar Transmission/Drive Train Oil

Caterpillar Transmission/Drive Train Oil is balanced in order to give maximum frictional material life in power shift transmissions. Caterpillar Transmission/ Drive Train Oil also eliminates brake chatter in wet brake applications in Caterpillar machines. This oil has passed the requirements for the TO-4 oil specification which includes the frictional requirements and gear wear requirements. This oil is offered in several viscosity grades for maximum component life at high ambient temperatures and for heavy-duty cycles.

NOTICE This oil is formulated for transmissions and drive trains only, and should not be used in engines. Shortened engine life will result.

Note: Do not use the Caterpillar Gear Oil in the machines that are listed above. The Gear Oil can cause seal material to fall. The seal material can also leak. The Gear Oil may not be compatible with friction materials. The oil can reduce the efficiency of the transmission and the brake performance.

Note: Multigrade oils are not blended by Caterpillar for use in transmissions. Multigrade oils which use high molecular weight polymers as polymer viscosity index improvers lose the viscosity effectiveness by temporary shear of the polymer viscosity index improver and by permanent shear of the polymer viscosity index improver. Multigrade oils are not recommended for these compartments. The TO-4 oil specifications do not include a test for the shear stability of multigrade oil. Multigrade oils with adequate shear stability may be available in the future.

Commercial Transmission/Drive Train Oils

If Caterpillar Transmission/Drive Train Oil is not used, commercial oils that meet the TO-4 specification must be used:

• TO-4 Specification oils are single viscosity grade.

Synthetic Base Stock Oils

Synthetic base oils are acceptable for use in Caterpillar engines and in Caterpillar machines if these oils meet the performance requirements that are specified for a particular compartment. Each compartment has lubrication requirements and lubrication specifications in order to ensure proper lubrication and life of the system.

Synthetic base oils generally perform better than conventional oils in the following two areas:

- Synthetic base oils have improved viscosity at low temperatures especially in arctic conditions.
- Synthetic base oils have improved oxidation stability especially at high operating temperatures.

Some synthetic base oils have performance characteristics that enhance the service life of the oil. However, Caterpillar does not recommend automatic extending of the oil drain intervals for any type of oil. Oil drain intervals for Caterpillar diesel engines can only be adjusted after an oil analysis program that contains the following tests:

- Oil condition and wear metal analysis (Caterpillar SOS Oil Analysis)
- Trend analysis
- Fuel consumption
- Oil consumption

Caterpillar Hydraulic Oil (HYDO)

Caterpillar Hydraulic Oil is formulated with a balanced additive system. The system includes the following agents: detergents, rust inhibitors, antiwear agents and defoamers. Caterpillar Hydraulic Oil offers protection against mechanical wear, against rusting, and against corrosive wear in hydraulic systems and in hydrostatic transmission systems. Caterpillar Hydraulic Oil should be used to achieve maximum life and maximum performance from hydraulic system components and from hydrostatic transmissions. Caterpillar Hydraulic Oil is recommended in most hydraulic systems and in most hydrostatic systems.

- Caterpillar Hydraulic Oil

If a different viscosity is required due to ambient temperatures, the following Caterpillar oils can be used:

- Caterpillar Multigrade Diesel Engine Oil (DEO)
- Caterpillar Single Grade Diesel Engine Oil (DEO)
- Caterpillar Transmission/Drive Train Oil (TDTO)
- Caterpillar Multipurpose Tractor Oil (MTO)

Commercial Oils

If Caterpillar oils cannot be used, the following commercial classifications can be used in hydraulic systems and in hydrostatic transmission systems:

- CG-4 engine oils that have a minimum zinc additive of 0.09 percent (900 ppm)
- CF-4 engine oils that have a minimum zinc additive of 0.09 percent (900 ppm)
- CF engine oils that have a minimum zinc additive of 0.09 percent (900 ppm)
- Premium industrial hydraulic oils that have passed the Vickers vane pump test. (35VQ25)
- Premium industrial hydraulic oils that have a minimum zinc additive of 0.09 percent (900 ppm)

Caterpillar machine hydraulic systems are designed to operate on diesel engine oils. Premium industrial hydraulic oils can be used if the oils meet the listed pump performance. Premium industrial hydraulic oils must have antiwear additives, antifoam additives, antirust additives, and antioxidation additives for heavy-duty use. Heavy-duty use must be recommended by the oil supplier. An ISO viscosity grade of 32 or 46 is recommended for most applications.

Caterpillar Biodegradable Hydraulic Oil (HEES)

Caterpillar has a biodegradable hydraulic oil that is available for use in machine hydraulic systems. This fluid is recommended for the hydraulic systems when environmental compliance is required or desired.

Machines with this symbol are filled with biodegradable hydraulic oil. This symbol is located on the hydraulic tank.

This fluid is formulated from a saturated HEES (Hydraulic Environmental Ester Synthetic) synthetic base stock and selected additives. Use this oil only in hydraulic systems. Do not use the oil in compartments with brakes and clutches. BIO HYDO (HEES) is recommended for operation at tank temperatures of -32 to 100°C (-25 to 212°F) . While the oil is in the specified range of temperatures, the oil has a viscosity that is similar to SAE 10W or to ISO VG 46.

Caterpillar BIO HYDO (HEES) may become darker in color throughout the service life of the oil. Analysis is required to determine the quality of the oil.

The maximum recommended water content for hydraulic systems that are filled with Caterpillar BIO HYDO (HEES) is 0.10%. If the water levels exceed 0.10%, the water should be removed or the oil should be replaced.

Consult your Caterpillar dealer for additional information on this product and on the potential use.

COMMERCIAL BIODEGRADABLE HYDRAULIC OIL

CG-4- CG-4 is the newest heavy-duty category of diesel oil. CG-4 oils can be used in Caterpillar diesel engines in place of recommended CF-4 oils. CG-4 oils provide improved cleanliness of the piston, improved viscosity control, and improved crankcase cleanliness, especially when oil soot is a problem. Although CG-4 oils were primarily developed for diesel engines that operate on 0.05 percent sulfur diesel fuel, CG-4 oils can be used with higher sulfur fuels. The new oil TBN determines the maximum fuel sulfur level for CG-4 and CF-4 oils. Refer to the topic "Total Base Number (TBN) and Fuel Sulfur Levels for Caterpillar Direct Injection Diesel Engines" in this document for more information. CG-4 oils should also be used in engines that have hydraulically actuated fuel injection pumps. CG-4 oils are the first oils that passed tests for foam control and for viscosity shear loss. CG-4 oils must also pass recently developed tests for metal corrosion, tests for wear, and tests for oxidation.

CF-4- CF-4 oils service a wide variety of modern diesel engines. This classification of oil was developed with 0.40 percent sulfur diesel fuel. The fuel that is used in the CF-4 tests is the type of diesel fuels that is commonly available worldwide. CF-4 oils provide improved piston deposit control and improved oil control when CF-4 oils are compared to CE oils. CF-4 oils also provide improved soot dispersancy when these oils are compared to CF oils.

Note: Single grade CF oils or multigrade CF oils are not recommended for current Caterpillar diesel engines in Caterpillar machines.

Consult your Caterpillar dealer for the latest oil recommendations. Refer to the Operation and Maintenance Manual, "Lubricant Viscosities".

Some commercial oils that meet the API specifications may require shortened oil change intervals. The oil change intervals are determined by monitoring the oil conditions. The oil change intervals are also determined by wear metal analysis. The Caterpillar SOS Oil Analysis Program is preferred.

1. Total Base Number (TBN) and Fuel Sulfur Levels for Caterpillar Direct Injection Diesel Engines

The TBN that is required in a new oil is dependent on the fuel sulfur level of the fuel that is being used. For direct injection engines that run on distillate diesel fuel, the minimum TBN of the new oil should be 10 times the fuel sulfur level. The TBN of the new oil is defined by "ASTM D2896". The absolute minimum TBN is five, even when low sulfur fuels are used. Refer to Illustration 69.

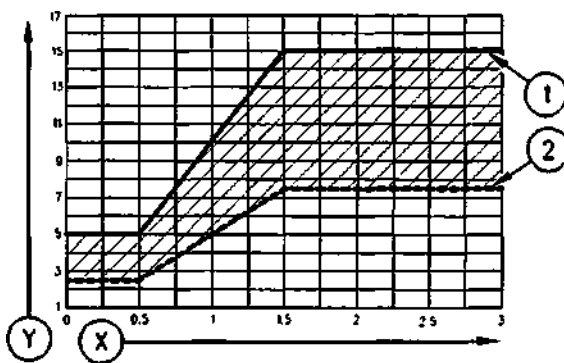



Illustration 69

(Y) The TBN that is shown by "ASTM D2896" (X) Percentages of fuel sulfur by weight (1)TBN of new oil (2) Limit of used oil TBN

When the fuel sulfur exceeds 1.5 percent, choose an oil with the highest TBN that is within the API CG-4 or CF-4 categories. Shorten the oil change interval according to the oil analysis. The oil analysis should evaluate the oil condition and engine wear metals. A high TBN oil that is not within API CG-4 category or API CF-4 category can produce excessive piston deposits. This can lead to a loss of oil control and to polishing of the cylinder bore.

NOTICE Operation at fuel sulfur levels over 1.0 percent may require shortened oil change periods to maintain adequate wear protection.

2. Caterpillar Fluids

Caterpillar fluids have been approved by Caterpillar in order to provide the performance and the life of Caterpillar components. Caterpillar fluids that are currently

used for engines and for machines are offered by Caterpillar dealers. Caterpillar fluids are also offered for continued refills. Consult your Caterpillar dealer for more information on these Caterpillar fluids.

Caterpillar recommends the use of the following Caterpillar fluids:

- **Caterpil** ar Multigrade Diesel Engine Oil (DEO)
- **Caterpil** ar Transmission/Drive Train Oil (TDTO)
- **Caterpil** ar Multipurpose Tractor Oil (MTO)
- **Caterpil** ar Hydraulic Oil (HYDO)
- **Caterpil** ar Biodegradable Hydraulic Oil (HEES)
- ar Gear Oil (GO)
- **Caterpil** ar Multipurpose Lithium Grease (MPG)
- **Caterpil** ar Multipurpose Molybdenum Grease
- **Caterpil (MPGM)** ar Special Purpose Grease (SPG) ar Premium Grease (CPG) ar Extended Life Coolant (ELC) ar Diesel Engine Antifreeze/Coolant

CATERPILLAR DIESEL ENGINE OIL (DEO)

Caterpillar DEO has been formulated with detergents, with dispersants, and with sufficient alkalinity in order to provide superior performance in Caterpillar diesel engines. The multigrade DEO is blended in SAE 10W30 and in SAE 15W40. Use the table of lubricant viscosities to choose the correct viscosity grade that is based on ambient temperatures. Multigrade oils provide the correct viscosity for a broad range of operating temperatures and for cold engine starts. Multigrade oils are also effective in maintaining low oil consumption and low concentrations of deposits on the pistons.

For maximum performance in the engines in Caterpillar machines, Caterpillar recommends the following engine oil:

1. Diesel Engine Oil (DEO)

Multigrade DEO can be used in other diesel engines and in gasoline engines. Consult the engine manufacturer's guide for the recommended specifications. Compare the engine manufacturer's specifications to the specifications of Caterpillar DEO. The current Caterpillar specifications are listed on the label and on the product data sheets.

2. Commercial Diesel Engine Oils

The performance of commercial diesel engine oils is based on API categories. The API categories were developed in order to provide commercial lubricants for a wide variety of diesel engines that operate at various conditions.

When a Caterpillar DEO is not used, use the following commercial oils:

- Multigrade API CG-4 (Preferred alternative)

- Multigrade API CF-4 (Acceptable alternative)

The following explanations of these API categories can be used in order to make the proper choice of a commercial oil.

3. Lubricant Specifications

Lubricant Information

General Information

The information that is provided is the latest recommendations for Caterpillar engines and for Caterpillar machine compartments. This information supersedes all previous recommendations which have been published for Caterpillar machines. Special lubricants are required for some machine compartments and it will be necessary to continue to use these special products.

This information is only for Caterpillar machines. For more lubricant recommendations, refer to Operation and Maintenance Manual, SEBU6251, "Caterpillar Commercial Diesel Engine Fluid Recommendations", Operation and Maintenance Manual, SEBU6385, "Caterpillar On-Highway Diesel Truck Engine Fluid Recommendations", Operation **and** Maintenance Manual, SEBU6400, "Caterpillar Gaseous Fueled Spark Ignited Engines Lubricant Recommendations", and Operation and Maintenance Manual, SEBU7003, "Caterpillar 3600 Series Diesel Engine Fluid Recommendations".

Engine Oil

The Engine Oil Licensing and Certification System for engine oils by the American Petroleum Institute is recognized by Caterpillar. For detailed information about this system, see the thirteenth edition of the "API publication No. 1509". Engine oils that bear the API symbol are authorized by API. Examples of the API symbol are shown in Illustration 68.

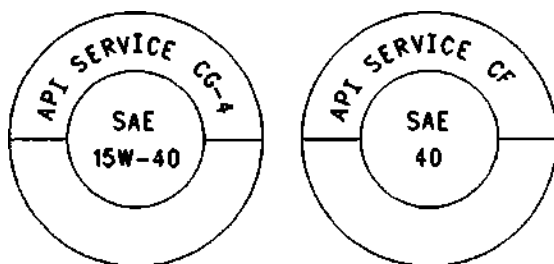



Illustration 68

Diesel engine oils CD, CD-2, and CE will not be API authorized categories after 1 January 1996. Caterpillar will only reference those categories that are authorized by the API. Table 21 summarizes the status of the categories.

Table 21

Current	Obsolete
CF	CC, CD
CF-21	CD-2[1]
CF-4, CG-4	CE

[1] CD-2 and CF-2 are categories for two-cycle diesel engines. Caterpillar does not sell engines that utilize CD-2 and CF-2 oils.

Note: CF is not the same classification as CF-4. API CF oils are only recommended for Caterpillar machine engines with noncurrent precombustion chamber fuel systems (PC).

In previous editions of this document, Caterpillar referred to the US Military Oil Specifications (MIL-L-XXXX) and to the European CCMC oil specifications. These specifications do not provide identical performance to API CF-4 or API CG-4 engine oils. Caterpillar will not make reference to military specifications or CCMC specifications in this document.

Transmission/Drive Train Oil

Transmission/drive train oils are classified by the TO-4 specifications. The specifications are developed by Caterpillar for use in Caterpillar transmissions and for use in Caterpillar final drives.

Gear Oil

Gear lubricants are classified by the API service classification and by the SAE viscosity grade that is defined in "SAE J306".

Grease

The classifications for grease are based on the "ASTM D2718" worked penetration characteristics, which are given a defined consistency number.

Terminology

Certain abbreviations follow the nomenclature of "SAE J754". Some classifications follow "SAE J183" abbreviations. Definitions that differ from Caterpillar definitions will assist you when you purchase lubricants. Recommended oil viscosities can be found in the table of Lubricant Viscosities that is in this document.

Cetane Number

During average starting conditions, direct injection engines require a minimum cetane number of 40. A higher cetane value may be required for high altitude operation or for cold weather operation.

Filterability

Clean fuels should have no more than a 0.10 percent concentration of sediment and of water. Fuel that is stored for extended periods of time may form solids due to oxidation. This could cause filtering problems.

Pour Point

A fuel's pour point should be at least 6°C (10°F) below the lowest ambient temperature that is required for engine start-up and for engine operation. To operate the engine in extremely cold weather, No. 1 fuel or No. 1-D fuel may be necessary because of these fuels' lower pour points.

Cloud Point

To prevent the fuel filter elements from plugging with wax crystals, the cloud point should be below the lowest ambient temperature that is required for engine start-up and for engine operation.

Viscosity

Fuel viscosity affects the lubrication of fuel system components. Fuel viscosity also affects fuel atomization. The viscosity limits that are provided in Table 20 address these effects.

Additives

Fuel additives are not generally recommended for the specified fuels that are listed. Fuel additives are not needed for the specified fuels that are listed. Cetane improvers

can be used for the direct injection engine requirements, as needed. Biocides may be needed in order to eliminate microorganism growth in storage tanks. In cold conditions, treatment for entrained water may also be necessary.

Consult your fuel supplier about the use of additives in order to prevent incompatibility between additives that are already in the fuel and additives that will be used.

Fuel Sulfur

The percentage of sulfur that is in the fuel will affect the engine oil recommendations. Fuel sulfur is chemically changed during combustion. This chemical change causes the formation of sulfurous acid and of sulfuric acid. These acids cause corrosive wear to metal surfaces. Sulfur oxides that are formed during combustion also produce particulate exhaust emissions.

Certain additives that are used in lubricating oils contain alkaline compounds which neutralize the acids in combustion gases. This minimizes corrosive wear. The measure of this reserve alkalinity in a lubricating oil is known as the oil's Total Base Number (TBN).

In the USA, 0.05 percent diesel fuels have been used in all on-highway truck engines since 1 January 1994. This low sulfur diesel fuel was mandated as a means of directly reducing particulate emissions from diesel truck engines. This low sulfur fuel will also be used in Caterpillar machines when low emissions are needed or when supply sources provide this type of fuel. Caterpillar has not seen any detrimental effects with 0.05 percent sulfur fuel in Caterpillar machines.

Periodically request information about fuel sulfur content from your fuel supplier. Fuel sulfur content can change with each bulk delivery.

NOTICE Residual, Blended, or Heavy fuels must not be used in Caterpillar diesel engines. Severe component wear and component failures will result if residual type fuels are used.

Fuel Specifications

4. Fuel Recommendations

NOTICE Fill the fuel tank at the end of each day of operation to drive out moist air and to prevent condensation.

Do not fill the tank to the top. Fuel expands as it gets warm and may overflow.

NOTICE Do not fill fuel filters with fuel before installing them. Contaminated fuel will cause accelerated wear to fuel system parts.

Diesel fuels that meet the specifications in the table will provide rated engine performance and full component life. In North America, diesel fuel that is identified as No. 1-D or as No. 2-D in "ASTM D975" usually meets the specifications. Table 20 is for diesel fuels that are distilled from crude oil. Diesel fuels from other sources could exhibit detrimental properties that are not defined or controlled by this specification.

Table 20

Caterpillar Specifications for Distillate Diesel Fuel	
Specifications ("ASTM" Test)	**Requirements**
Aromatics ("D1319")	35 percent (maximum)
Ash ("D482")	0.02 percent weight (maximum)
Carbon Residue on 10 percent Bottoms ("D524")	1.05 percent weight (maximum)
Cetane Number ("D613")	35 PC (minimum) 40 DI (minimum)
Cloud Point *{"D9T)*	maximum cloud point must not exceed ambient temperature
Copper Strip Corrosion ("D130")	No. 3 (maximum)
Distillation ("D86")	10 percent at 282°C (540°F) (maximum) 90 percent at 360°G (680° F) (maximum)
Flash Point ("D93")	Legal minimum
API Gravity ("D287")	30 (minimum) 45 (maximum)
Pour Point ("D97")	6°C (10°F) minimum below ambient temperature
SulfuM ("D3605" or "D1552")	3 percent (maximum)
Viscosity2 ("D445") Kinematic at 40°C (104°F)	1.4 cSt (minimum) 20.0 cSt (maximum)
Water and Sediment ("D1796")	0.1 percent (maximum)
Water ("D1744")	0.1 percent (maximum)
Sediment ("D473")	0.05 percent (maximum)
Gums and Resins ("D381")	10 mg/100ml_ (maximum) 5.8 grains/US gal (maximum)

Caterpillar fuel systems and engine components can operate on high sulfur fuels. Fuel sulfur levels affect exhaust emissions. High sulfur fuels also increase the potential for corrosion in internal components. Fuel sulfur levels above 1.0 percent may significantly shorten the oil change interval. For additional information, see Operation and Maintenance Manual, SEBU6250, "Engine Oil".

The values of the fuel viscosity are the values that are delivered to the fuel injection pumps. If a fuel with a low viscosity is used, the fuel should maintain a 1.4 cSt viscosity at the fuel injection pump. Fuels with a high viscosity might require fuel heaters in order to bring down the viscosity to a 20 cSt viscosity. For additional information, see Special Publication, SEBD0717, "Diesel Fuel and Your Engine".

Level I:

Level I is a basic analysis which should be performed at every oil change or after every 250 hours of use.

The following items are tested:

1. Glycol Concentration
2. Concentration of SCA
3. pH
4. Conductivity

The results are reported, and appropriate recommendations are made according to the results.

Level II:

Level II is a comprehensive analysis which should be performed during semiannual maintenance or after every 1000 hours of use.

The SO-S Coolant Analysis has the following four features:

1. Full analysis of Level I
2. Identification of metal corrosion and of contaminants
3. Identification of buildup of the impurities that cause corrosion
4. Identification of buildup of the impurities that cause scaling

The results are reported, and appropriate recommendations are made.

CONVENTIONAL COOLANT/ ANTIFREEZE COOLING SYSTEM MAINTENANCE

To ensure that the cooling system has adequate freeze protection, frequently check the antifreeze solution in cold weather. To monitor the concentration of supplemental cooling additive (SCA), test the concentration. You may also send a coolant sample to your Caterpillar dealer in order to test the concentration of SCA. Check the concentration after every 250 service hours or after every month. The machine may need a supplemental coolant additive or a maintenance coolant additive element after every 250 service hours or after every month.

NOTICE To prevent over-inhibiting the engine's cooling system, do not use both supplemental coolant additive liquid and a supplemental coolant additive element (if equipped) at the same time. Use one method exclusively.

When Diesel Engine Antifreeze/Coolant is used with a supplemental coolant additive, perform the following maintenance procedures after every 3000 service hours or after every year.

- Drain the cooling system.
- Clean the cooling system.
- Flush the cooling system.
- Fill the cooling system.

See Operation and Maintenance Manual, "Cooling System Coolant - Change".

When Diesel Engine Antifreeze/Coolant is not used with a supplemental coolant additive, perform the flushing procedure after every year.

After you drain the cooling system and after you refill the cooling system, make sure that the radiator cap is removed. Operate the engine until the coolant reaches normal operating temperature and the coolant level stabilizes. Fill the cooling system to the proper level by adding the coolant mixture

1. Cooling System Cleaning

Drain the cooling system. Clean the cooling system. Flush the cooling system. Perform these three procedures in order to remove the following pollutants: small particles, unwanted chemicals, scale and deposit formations.

If cooling system maintenance is not performed, the engine may develop overheating problems. Overheating problems can cause severe damage to the engine and to components. Clean the cooling system if you observe any of the following problems:

- The cooling system becomes contaminated.
- The engine overheats.

• Foaming is observed.

Use Caterpillar Fast Acting Cooling System Cleaner to clean harmful scale and corrosion. This cleaner dissolves the following pollutants: mineral scale, corrosion products, light oil contamination and sludge.

Caterpillar Fast Acting Cooling System Cleaner is available from your Caterpillar dealer in the quantities that are listed below.

Table 19

Caterpillar Fast Acting Cooling System Cleaner	
Part Number	Size
4C-4609	.47 L (.5 qt)
4C-4610	.95 L (1 qt)
4C-4611	3.8 L (1 US gal)
4C-4612	19 L (5 US gal)
4C-4613	208.5 L (55 US gal)

For proper use, follow the instructions that are listed on the product label.

2. SOS Coolant Analysis

Testing the coolant can be done at your Caterpillar dealer. Caterpillar SOS Coolant Analysis is the best way to monitor the condition of your coolant and your cooling system. SOS Coolant Analysis is a program that is based on periodic samples.

The 8T-5296 Test Kit can be used to evaluate the concentration of SCA. However, the following modifications must be made in STEP 3 and in STEP 5.

STEP 3- Add tap water to the vial up to the "20 ml" mark.

STEP 5- When the defined procedure is used, a concentration of 6 percent to 8 percent will yield between 20 drops and 27 drops. If the number of drops is below 20 drops, the concentration of SCA is low. If the number of drops is above 27 drops, the concentration of SCA is high. Make the appropriate adjustments to the concentration of SCA.

If the concentration of SCA is above the maximum of 8 percent, drain some of the coolant mixture. Refill the system with acceptable water. Retest the concentration.

3. Extended Life Coolant (ELC) Cooling System Maintenance

Mixing Extended Life Coolant with other products reduces the Extended Life Coolant service life. Failure to follow the recommendations can reduce cooling system components life unless appropriate corrective action is performed.

For the correct balance of antifreeze and of additives, proper care should be taken in order to maintain the concentration of Extended Life Coolant (ELC). Lowering the proportion of antifreeze lowers the proportion of additive. This will lower the ability of the coolant to protect the system from pitting, from cavitation, from erosion, and from deposits.

4. Proper additions to the Extended Life Coolant

Note: Do not add ELC Concentrate as a makeup solution for a routine cooling system top-off. The addition of the concentrated Extended Life Coolant will increase the concentration of glycol in the cooling system.

During the normal maintenance, use the premixed ELC as a cooling system top-off. This will bring the coolant up to the proper level. Use ELC or use a coolant that meets Caterpillar specifications (EC-1). If the proper coolant is not available, use distilled water or use deionized water. Check the glycol level of the coolant system with the **1U - 7298** Coolant Tester Group (°C) or with the **1U-7297** Coolant Tester Group (°F). Use ELC Concentrate to restore the proper glycol concentration in the coolant system. This should be done before the engine is exposed to freezing temperatures.

NOTICE Do not use a conventional coolant to top-off a cooling system using Extended Life Coolant.

5. Extended Life Coolant Cooling System Cleaning

Note: No cleaning agents need to be used when a cooling system that is already using ELC is cleaned.

Clean water is the only cleaning agent that is required when ELC is drained from the cooling system.

ELC can be recycled. The drained coolant mixture can be distilled. The distillation process can remove the ethylene glycol and the water. Consult your Caterpillar dealer for more information.

After you drain the cooling system and after you refill the cooling system, operate the engine while the radiator filler cap is removed. Operate the engine until the coolant reaches the normal operating temperature and until the coolant level stabilizes. As needed, add the coolant mixture in order to fill the system to the proper level.

6. Cleaning the Heavy-Duty Cooling System

Caterpillar Cooling System Cleaners are designed to clean the system of harmful scale and of corrosion. Caterpillar Cleaners dissolve mineral scale, corrosion products, light oil contamination, and sludge. For the recommended service interval, refer to the Operation and Maintenance Manual, "Maintenance Interval Schedule" for your machine.

7. Low Silicate Coolant

Any coolant that has low silicate content is acceptable if the coolant meets the following requirements:

- "TMC RP329"
- "TMC RP330"
- "ASTM D4985"

For proper corrosion protection, Caterpillar recommends the use of a coolant mixture that is at least 30 percent glycol and 70 percent water and supplemental coolant additive. In order to prevent water pump cavitation, all Caterpillar engines that have an air-to-air aftercooler require a minimum glycol concentration of 30 percent.

Although the minimum acceptable glycol concentration is 30 percent, Caterpillar recommends the use of a coolant mixture that is 50 percent glycol and 50 percent water and supplemental coolant additive. This coolant mixture helps to provide optimum engine performance.

When you initially fill the cooling system with Caterpillar Diesel Engine Antifreeze/Coolant, it is not necessary to add supplemental coolant additive. Caterpillar Diesel Engine Antifreeze/Coolant already contains supplemental coolant additive. When you initially fill the cooling system with a commercial coolant that meets the requirements of "ASTM D4985", add a supplemental coolant additive. The supplemental coolant additive in Caterpillar Diesel Engine Antifreeze/Coolant and in commercial coolants must be replenished at regular service intervals. When you initially fill the cooling system with a commercial coolant that meets the requirements of'ASTM D4985", refer to the table below for the proper quantity of liquid supplemental coolant additive.

8. Supplemental Coolant Additive (SCA)

Caterpillar SCA effectively prevents corrosion on all metals and Caterpillar SCA effectively prevents the formation of mineral deposits. Caterpillar SCA also prevents cavitation of the liner and Caterpillar SCA eliminates foaming of the coolant.

Test the SCA concentration or submit a coolant sample to your Caterpillar dealer at every oil change. After every 250 service hours, liquid SCA or a SCA maintenance element may be needed. SCA additions are based on the results of coolant analysis. Your Caterpillar dealer has test kits that will evaluate the concentration of additives in Caterpillar DEAC.

The following table indicates the amount of Caterpillar SCA that is needed at the initial fill to treat commercial heavy-duty coolant/antifreezes. The table also shows the addition of an SCA for either liquid SCA or for the maintenance elements of a SCA. These additions are for commercial heavy-duty coolant/antifreezes and for Caterpillar DEAC.

9. Contamination of the ELC Cooling System

NOTICE Mixing ELC with other products reduces the effectiveness of the coolant and shortens coolant life. Use only Caterpillar products or commercial products that have passed the Caterpillar EC-1 specification for pre-mixed or concentrate coolants. Use only Caterpillar Extender with Caterpillar ELC. Failure to follow these recommendatioins can result in shortened cooling system component life.

In cooling systems that use Caterpillar ELC, do not add Diesel Engine Antifreeze/Coolant (DEAC) as a makeup coolant. Contamination of ELC by DEAC will defeat the advantages of ELC. If the ELC in the cooling system becomes contaminated by more than 10 percent of the total system capacity of DEAC or if SCA is added, perform one of the following operations:

- Drain the cooling system into a suitable container. Dispose of the coolant according to local regulations. Flush the system with clean water. Fill the system with the Caterpillar ELC.

- Maintain the system as a conventional Diesel Engine Antifreeze/Coolant (DEAC). Treat the system with an SCA. Change the coolant at the interval that is recommended for the conventional Diesel Engine Antifreeze/Coolant (DEAC).

COOLING SYSTEM SPECIFICATIONS

1. General Coolant Information

Many engine failures are related to the cooling system. Cooling system failures include the following problems: overheating, leakage of the water pump, plugged radiators and cylinder liner pitting. These failures could be avoided with proper cooling system maintenance. Maintenance of the engine coolant is important to the engine life and to the performance. This maintenance is as important as fuel quality. This maintenance is as important as the maintenance of the system for lubricating oil.

Coolant is normally composed of three elements:

1. Water

2. Additives

3. Glycol

2. Water

NOTICE Never use water alone without Supplemental Coolant Additive (SCA's) or inhibited coolant. Water alone is corrosive at engine operating temperatures and does not provide adequate boil protection.

Distilled water or deionized water is recommended for use in cooling systems. Do not use hard tap water or salt softened tap water in engine cooling systems. If distilled water or deionized water is not available, use water that meets the minimum requirements that are listed in the following table.

Table

Caterpillar Recommended Quality Limits	
Water Property	**grains/3.8 L (ppm/1 US gal)**
Chloride^ (Cl)	2.4 (40) (maximum)
Sulfate[2] (SO.)	5.9 (100) (maximum)
Total Water Hardness[3]	10 (170) (maximum)
Total Solids[4] Total Solids[4]	20 (340) (maximum) 20 (340) (maximum)
Acidity[5]	5.5 pH to 9.0 pH

For a water analysis, consult one of the following organizations:

1. The Caterpillar Laboratory for an SOS Analysis
2. The LOCC Corporation
3. Local water department
4. Agricultural agent
5. Independent laboratory

3. Additives

Coolant additives help in the following ways:

- Preventing rust from forming
- Preventing scale and mineral deposits from forming

- Protecting metals from corroding
- Preventing cavitation of the liner
- Preventing coolant from foaming

Many additives are depleted during engine operation and these additives need to be replaced. This can be done through the addition of Supplemental Coolant Additives (SCA) to Diesel Engine Antifreeze/Coolant (DEAC) or by adding Extender to Extended Life Coolant (ELC).

Additives must be added at the proper concentration. Overconcentration of additives can cause the inhibitors to drop out-of-solution. This can cause a gel compound to form in the radiator. An overconcentration of additives can produce deposits on water pump seals that can cause water pump seal leakage. A low concentration of additives can produce the following problems:

1. Pitting
2. Cavitation erosion
3. Rust
4. Scale
5. Foaming

4. Glycol

Glycol in the coolant provides anti-boil protection and freeze protection. Glycol in the coolant prevents water pump cavitation. Glycol in the coolant also reduces cylinder liner pitting. For optimum performance, Caterpillar recommends a solution that contains a 1:1 mixture of water and of glycol.

Note: Caterpillar engines with air-to-air aftercooling require a minimum of 30 percent glycol in order to prevent water pump cavitation.

Most conventional heavy-duty coolant/antifreezes use ethylene glycol. Propylene glycol may also be used. In a mixture that is 50 percent water, ethylene glycol and propylene glycol have similar properties that are relative to the following elements: heat transfer, freeze protection, control of corrosion and compatibility of the seal. Check the glycol level of the coolant system with the **1U** - **7298** Coolant Tester Group (°C) or with the **1U-7297** Coolant Tester Group (°F). Tables 13 and 14 define the freeze protection for ethylene glycol and for propylene glycol.

TORQUES FOR BOLTS AND NUTS

The following tables give general torques for metric bolts, nuts, and taperlock studs of Grade 8.8.

The material strength identification is usually shown on the bolt head by numbers 8.8, 10.9, etc.

When possible, save the original fasteners that are removed from the machine for assembly. If new fasteners are needed, the new fasteners must be the same size as the fasteners that are being replaced and the same grade as the fasteners that are being replaced.

Note: Metric hardware must be replaced with metric hardware. Check the Parts Manual for the proper replacement part.

Table 10

METRIC ISO' THREAD		
THREAD SIZE METRIC	**STANDARD TORQUE**	
	N-m	lb ft
M6	12 ± 3	9 ± 2
M8	28 ± 7	20 ± 5
M10	55 ± 10	40 ± 7
M12	100 ± 20	75 ± 15
M14	160 ± 30	120 ± 22
M16	240 ± 40	175 ± 30
M20	460 ± 60	340 ± 45
M24	800 ± 100	600 ± 75
M30	1600 ± 200	1200 ±150
M36	2700 ± 300	2000 ± 225

PERAWATAN PADA UNIT TRUK

1. PM Level 1

You must read and understand the warnings and instructions contained in the Safety section of this manual, before performing any operation or maintenance procedures.

All PM Level 1 maintenance is to be performed at the intervals specified in the Maintenance Management Schedule for the power rating of the engine being maintained.

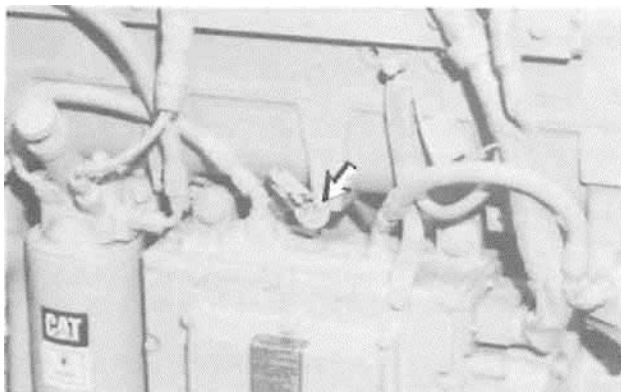
Before proceeding with PM Level 1 maintenance, perform all Daily maintenance requirements.

Scheduled Oil Sampling (S*0*S) Analysis

To compliment a good preventive maintenance program, Caterpillar recommends using S»OS at regular scheduled intervals to monitor the condition and maintenance requirements of your engine.

OBTAIN SAMPLE

Each oil sample should be taken when the oil is warm and well mixed to ensure that the sample is representative of the oil in the crankcase

There are two methods recommended to obtain S»OS samples from the engine crankcase.

Gambar

1. Use the sampling valve installed on the engine for samples
2. Use a sampling gun inserted into the sump.

Caterpillar recommends using one of these methods. If either of these methods are not possible, then use a drain stream method when changing oil.

NOTE: When using the drain stream to obtain the oil sample, do not sample from the first or final drain stream. The oil at the beginning or end of the drain stream is not mixed well enough to be representative of the oil in the crankcase.

S'O'S INTERVAL CHART	
Compartment	Interval
Engine Crankcase	Every 250 Hours or at Oil Change

1. Engine Oil and Filter

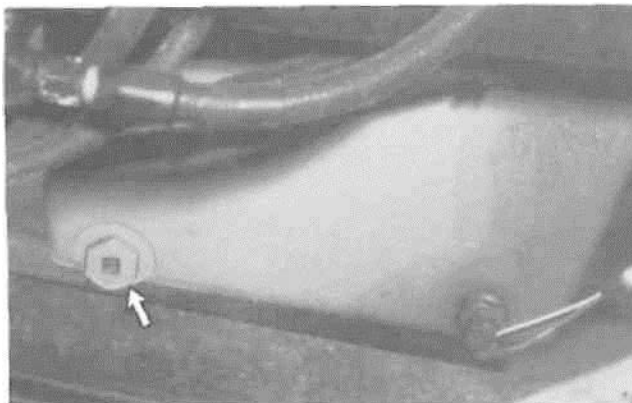
NOTICE The vehicle must be parked on a level surface to perform this maintenance procedure.

Change Oil

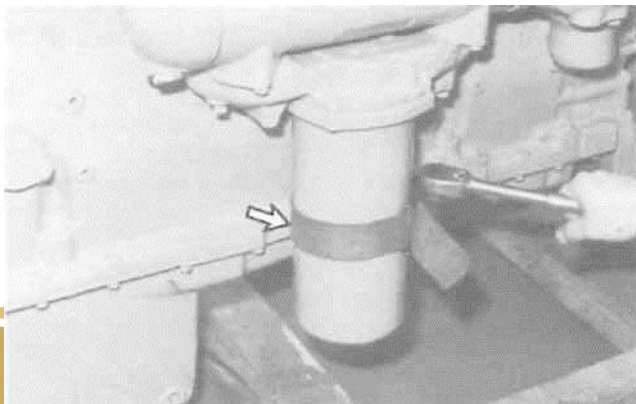
Refer to the Lubricant Specifications section of this manual for the recommended oil to use for this engine.

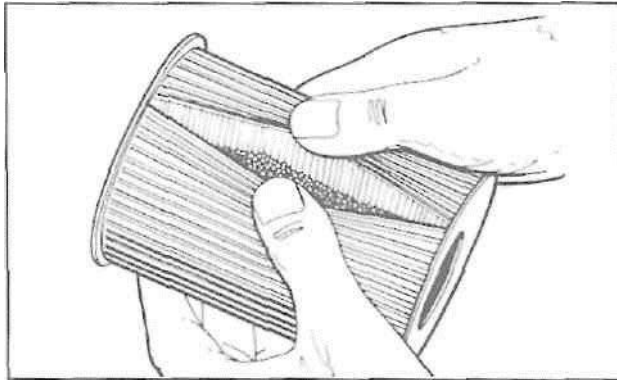
As the oil cools, suspended waste particles will settle on the bottom of the crankcase or oil pan and will not be removed with the draining oil. Drain the crankcase with the oil warm and the engine stopped to allow for the draining of waste particles that are suspended in the oil.

Failure to follow this recommended procedure would result in these waste particles being recirculated through your engine lubrication system with the new oil.

1. After the engine has been run at normal operating

water temperature, STOP the engine. Remove the crankcase drain plug and allow the oil to drain.

An oil sample for S«0«S (Scheduled Oil Sampling) analysis should have been obtained from the S«0«S valve or by a sample from the crankcase drain at this time.

2. Install the crankcase drain plug and tighten it to 50 ±10lbft(70±14N-m).

Gambar

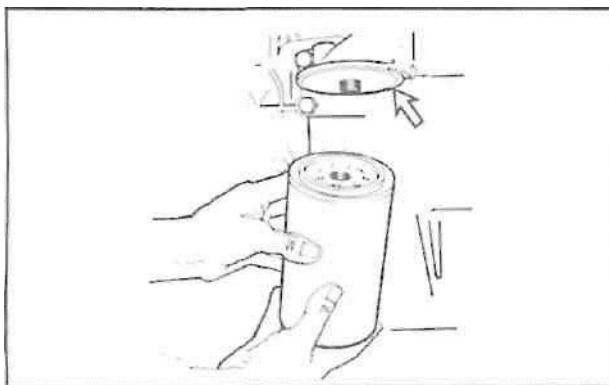
Use a 2P8250 Filter Wrench to remove the oil filter and optional bypass filter (if equipped).

Gambar

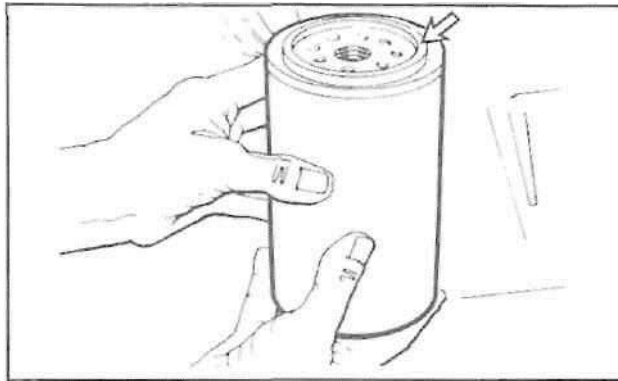
Service Tool to cut the oil filter element open. Spread pleats apart and inspect the element for metal debris. An excessive amount of debris in the oil filter element may be indicative of early wear or a pending failure.

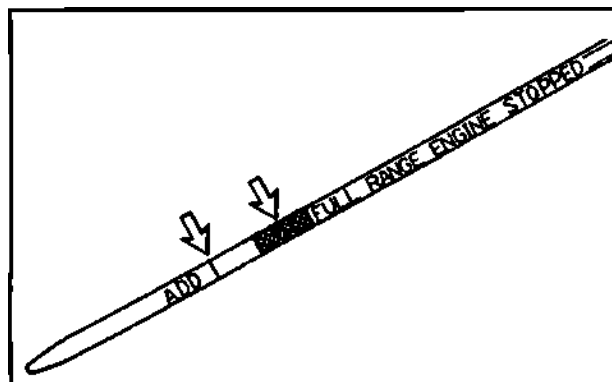
Use a magnet to differentiate between the ferrous and non-ferrous metals found in your oil filter element.

Ferrous metals may indicate wear on the steel and cast iron parts of your engine.

Non-ferrous metals may indicate wear on the aluminum parts of your engine, such as main and rod bearings or turbocharger bearings

Due to normal wear, friction, etc., it is not uncommon to find small amounts of debris in your oil filter element. Consult your Caterpillar dealer to arrange for further analysis if an excessive amount of debris is found in your oil filter element.

Gambar

3. Wipe the sealing surface of the filter element mounting base. Make sure all of the old gasket is removed.

Gambar .

4. Apply a small amount of clean engine oil to the new filter element gasket.
5. Install the new filter element until the gasket contacts the base. Tighten the filter 3/4 of a turn more by hand. Do not overtighten.
6. Replace the bypass filter (if equipped) as instructed in Steps 4 and 5. The Caterpillar bypass filter will require an additional 2.6 U.S. quarts (2.5 liters) of oil.
7. Fill the crankcase with new oil. See Lubricant Specifications, Lubricant Viscosities and Refill Capacities for the proper oil and quantity to use for this engine.

Gambar

8. Before starting the engine, ensure your oil level is within the correct operating range on the ENGINE STOPPED side of the dipstick.

9. Start and run the engine at LOW IDLE for two minutes. Inspect for oil leaks. Stop the engine.

10. Wait 10 minutes to allow the oil to drain back into the crankcase. Check the oil level. Maintain the oil level to the FULL mark in the FULL RANGE zone on the ENGINE STOPPED side of the dipstick.

OIL DRAIN INTERVALS

The following chart assumes the use of API CE performance oil, which have sufficient TBN for fuels with less than 0.5% sulfur.

All API CE classification oils do not perform equally. This section assumes a SUPERIOR QUALITY lube oil is used. A lower quality lube oil would require that the oil change intervals be reduced accordingly.

If the sulfur content in the fuel is greater'than 1.5% by weight, use an oil with a TBN of 30 and reduce oil change interval by one half the interval recommended in the Maintenance Management Schedule

It is also essential to include an S»0»S analysis of oil condition before oil change period adjustment is considered.

Chart Procedure for Establishing Lube Oil Drain Intervals

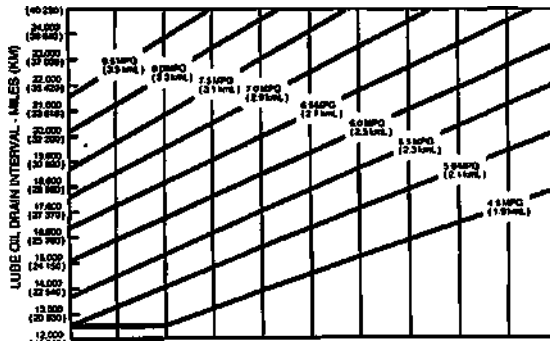
There are many circumstances when the proper conditions exist that may allow adjustment to the normal oil change periods.

The fundamental requirement is to maintain the lube oil in an acceptable condition to provide continual engine component protection. The oil's ability to retain its protective capability is a function of the oil formulation.

Due to manufacturing tolerances, engine application and maintenance variation, all engines do not consume fuel and oil at the same rate. Some history of fuel consumed and oil utilized for each engine or group of engines in a similar application must be established before the following chart can be used

Basically the chart reflects that 1; the change interval must be based on fuel consumption of 2500 gal (9500 L) of fuel and the lube oil has sufficient additives to allow for 70 gal (265 L) of fuel consumed for every quart (liter) of crankcase capacity.

The chart establishes a ceiling for a MAXIMUM drain interval for a given fuel consumption and add oil rate. For a group of engines, determine the average fuel consumption and add oil rate.

For chart use, select a fuel consumption halfway between the average and the highest in the group; and for the lube oil, select oil use rate halfway between the average and the lowest oil consumption.

1. Total Lube Oil in US. Quarts (Liters) – (Sump and Add Oil)

The diagonal line across the chart sets the MAXIMUM fuel consumption for various quantities of oil used (refill plus add oil*). If the plot point representing an engine's total oil used versus fuel consumed falls above the diagonal line, the lube oil drain interval should be reduced accordingly. If the point falls below the diagonal line, the drain interval can be extended.

The information can be converted to road distance rather than quantity of fuel consumed. This is done by multiplying total quantity of fuel consumed by the average miles per gallon (km/L) of the engine.

For example: if during a certain time period an engine averages 6.5 mpg (2.7 km/L) per 46 U.S. quarts (43.5 L) of oil used (sump plus add oil), a safe drain interval of up 21,000 miles (34 000 km) can be used.

The same information can be converted to quantity of oil used rather than road distance. This calculation is based on a superior quality performance oil which, from studies, has a useful life factor of 70 gal (265 L) of fuel consumed per quart (.95 L) of oil.

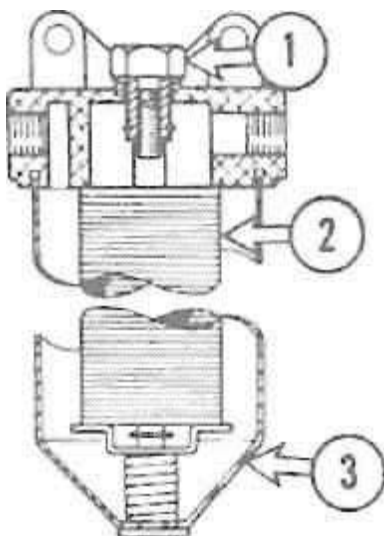
For example: if during a certain time period, an engine averages 43 U.S. quarts (41 L) [36 U.S. quarts (34 L) of sump oil plus 7 U.S. quarts (6.6 L) of add oil] of lube oil used per 4,000 gal (15 200 L) of fuel consumed, this indicates the drain interval is too long and should be reduced to a maximum of 3,000 gal (11 400 L) of fuel consumed.

In the opposite situation, if an engine averages 46 U.S. quarts (43.5 L) [36 U.S. quarts (34 L) of sump oil plus 10 U.S. quarts (9.5 L) of add oil] of oil used per 2,000 gal (7600 L) of fuel consumed, this indicates the drain interval can be safely extended to 3,200 gal (12 000 L) of fuel consumed.

FUEL FILTERS

Clean/Replace Filters

- Stop the engine.
- Shut off the fuel tank supply valve to the engine.
- Turn the start switch OFF or disconnect the battery when performing maintenance on fuel filters.

Clean Primary Filter (If Equipped)

Gambar ….

1. Loosen bolt (1) on the filter housing and remove filter case (3).
2. Remove element (2) and wash it in clean, nonflammable solvent.
3. Install element (2) and case (3). Tighten bolt (1) to a torque of 18 ± 3 lb ft (24 ±4 N-m).

1. Replace Final Fuel Filter

.

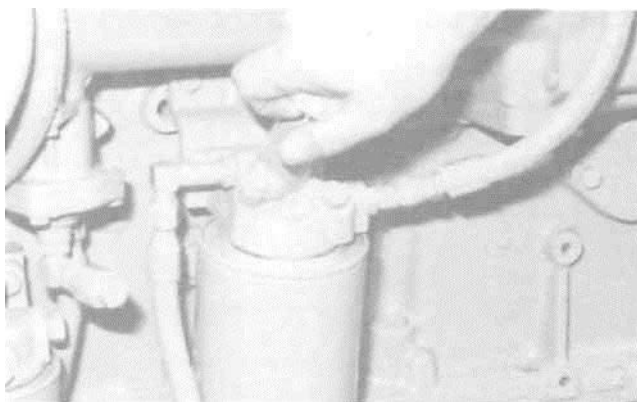
1. Remove and discard the fuel filter element

2. Clean the gasket sealing surface of the filter base. Make sure all of the old gasket is removed.

3. Apply clean diesel fuel to the new fuel filter gasket.

4. . Install new filter. Spin filter until gasket contacts the filter base. Tighten the filter 3/4 turn more by hand. Do not over tighten.

5. After changing the fuel filters, prime (purge) the fuel system to remove air bubbles from the system.

2. Priming the System

1. Crank the engine. If the engine will not start, or once started continues to misfire or smoke, further priming is necessary.

2. If the engine starts, but runs rough, continue running the engine at low idle until the engine runs smoothly.

3. If the engine will not start, loosen the fuel line nuts at the cylinder head to help purge fuel lines of air before air bubbles enter the unit injectors. Crank the engine until the fuel flows free without air bubbles

4. If the engine will start, then continue to run the engine until fuel flows free without pockets of air in the fuel lines.

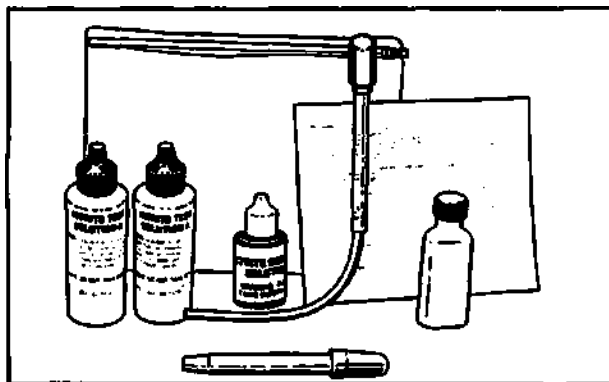
5. Tighten the fuel line nuts to 30 ± 5 lb ft (40 ± 7 N«m).

NOTE: DO NOT remove the plug in the fuel filter base (for the fuel pressure sending unit if equipped) to release air from the fuel system while priming. Periodic removal of the plug will result in increased wear of the threads in the fuel filter base and lead to fuel leakage

COOLING SYSTEM

NOTICE Make sure you read and understand the information in the Cooling System Specifications section of this manual before you proceed with maintenance of the cooling system.

Test for Coolant Additive Concentration

Refer to the Cooling System Specifications section of this manual for all cooling system requirements before performing this maintenance procedure

Gambar Coolant Tes Kit

To prevent engine damage, never add coolant to an overheated engine. Allow the engine to cool first.

Clean/Flush the cooling system before the recommended maintenance interval if:

1. It is heavily contaminated
2. The engine overheats
3. Foaming is observed in the radiator
4. The oil cooler has failed allowing oil in the coolant
5. Fuel has contaminated the coolant

Supplemental coolant additive and antifreeze other than Caterpillar products are used.

Caterpillar Antifreeze contains the necessary coolant additive precharge. Only add the supplemental coolant precharge after flushing the system if Caterpillar Antifreeze is not being used (which contains supplemental coolant additive).

NOTICE The over concentration of a supplemental coolant additive will result in deposits on the higher temperature surfaces of the cooling system and create a barrier that reduces the engine's heat transfer characteristics.

Reduced heat transfer could cause cracking of the cylinder head and other high temperature components. Excessive concentrations of coolant additive could also accelerate water pump seal wear

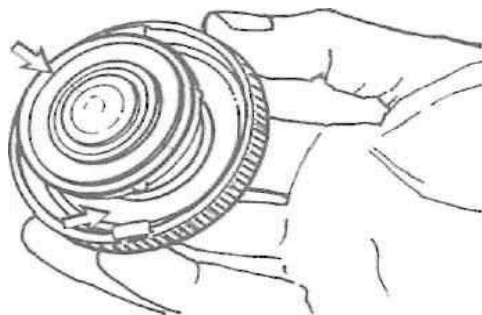
Add Supplemental Coolant Additive

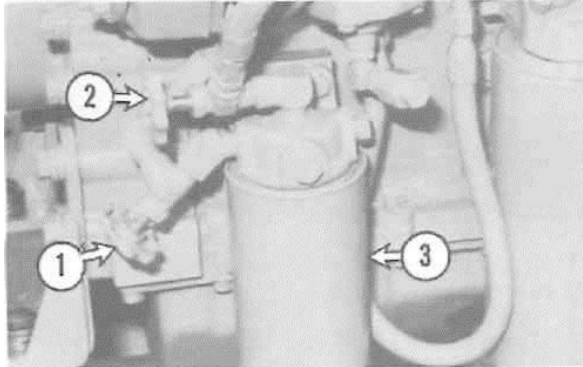
NOTICE To prevent over inhibiting the engine's cooling system, never use both the supplemental coolant additive AND the supplemental coolant additive element (if equipped) at the same time.

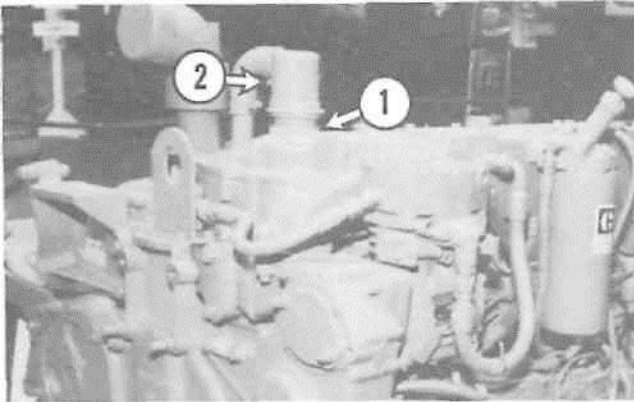
1. Loosen the radiator filler cap slowly to relieve pressure and remove the cap.

2. It may be necessary to drain enough coolant from the radiator to allow for the addition of the supplemental coolant additive.

3. Add 1/2 U.S. pint (0.25 L) of Caterpillar Supplemental Coolant Additive for every 10 U.S. gal (38 L) of cooling system capacity.

Caterpillar Antifreeze contains the necessary coolant additive precharge. Only add the coolant additive precharge if Caterpillar Antifreeze is not being used.

4. Inspect the radiator filler cap gaskets Replace the cap if the gaskets are damaged.
5. Install the filler cap.

Replace Supplemental Coolant Element

1. Close coolant additive element inlet valve (1) and outlet valve (2). Remove and discard coolant additive element (3).
2. Clean the element mounting base. Make sure all of the old gasket is removed.
3. Replace with a new Caterpillar maintenance element.
4. Coat the gasket of a new maintenance coolant additive element with a thin film of engine oil.
5. Install the element. Spin the element until the seal contacts the base, then tighten 3/4 turn more by hand.
6. Open the inlet valve (1) and the outlet valve (2).
7. Remove the radiator filler cap.
8. Start the engine and check for leaks. Allow the coolant level to stabilize.
9. Add premixed coolant if necessary to bring the coolant to within 13 mm (1/2 inch) below the bottom of the fill pipe or to the proper level on the sight glass, if equipped.

CRANKCASE BREATHER

Clean

1. Loosen breather retaining clamp (1) on breather.
2. Loosen hose clamp (2) and remove breather assembly.
3. Wash breather in clean, nonflammable solvent and allow to dry.
4. Install new seal.
5. Assemble breather and install in reverse order of removal.
6. Tighten all hose clamps (2) to 27 ± 4.5 lb in (3.0 ± 0.5 N-m)

NOTE: If the crankcase breather is not maintained on a regular basis, it will become plugged. A plugged crankcase breather would result in excessive crankcase pressure that may cause crankshaft seal leakage.

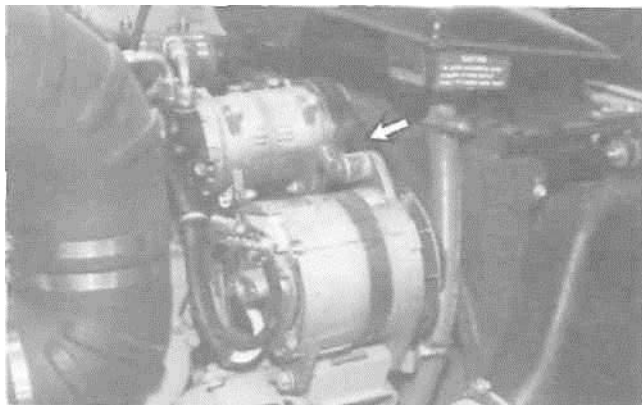
ALTERNATOR, FAN AND ACCESSORY DRIVE BELTS

Inspect

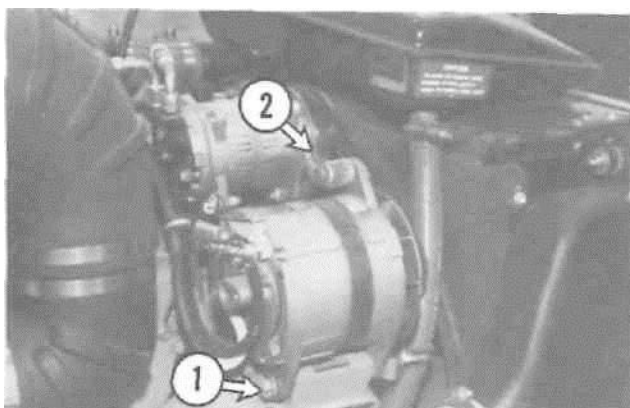
Inspect the drive belts for wear and replace if they show any signs of wear.

If one belt in a set requires replacement, always install a new matched set of belts. Never replace just the worn belt. If only the worn belt is replaced, the new -belt will carry all the load, as it will not be stretched as much as the older belts. All the belts will fail in rapid succession.

If belts are too loose, they vibrate enough to cause unnecessary wear on the belts and pulleys

If belts are too tight, unnecessary stresses are placed upon the pulley bearings and belts which might shorten the life of both

1. Inspect the condition and adjustment of alternator belts and fan drive belts.

2. To check the belt tension, apply 25 lbs (110 N) of force midway between the pulleys. Correctly adjusted belts will deflect 1/2 to 3/4 inch (13 to 19 mm).

1. Adjust Alternator Belts

1. To adjust the alternator drive belts, loosen mounting bolt(s) (1) and adjusting bracket nut(s) (2).

2. Adjust the alternator in or out by either tightening or loosening adjusting nut(s) (2), as required, to obtain the correct adjustment.

3. Tighten bolts (1) and nuts (2).

4. If new belts are installed, check belt adjustment again after 30 minutes of engine operation. Replace belts in matched sets only.

NOTE: If only one belt of a matched set is replaced, it will carry more of a load than the belts not replaced since the older belts are stretched. The additional load on the new belt could cause it to break.

2. Adjust Fan Drive Belts

1. To adjust the fan drive belts, loosen mounting bolts and adjust with adjusting **bolt.**

2. Move the fan drive up or down as required to obtain the correct adjustment. Tighten mounting bolts.

3. If new belts are installed, check belt adjustment again after 30 minutes of engine operation.

HOSES AND CLAMPS

1. Inspect/Replace

Hose replacement prior to failure is a cost effective preventive maintenance practice. Replacing a hose before it fails saves money and reduces the chances for unscheduled downtime. By replacing a hose that is cracked, soft or leaking, you will avoid major repairs that could result in a severe engine overheating problem.

Inspect all hoses for leaks due to cracking, softness and loose clamps. Replace hoses that are cracked or soft, or tighten loose clamps.

Before Replacing Hoses

1. After engine is cool, loosen the radiator filler cap slowly to relieve any pressure and remove the cap.
2. Drain the coolant from the cooling system to a level below the hose being replaced.
3. Remove the hose clamps, disconnect the old hose and replace with a new hose.
4. Install hose clamps. (See the Torque for Standard Hose Clamps-Worm Band Type chart in the Torque Specifications section of this publication for the appropriate torque.)

NOTE: For constant torque hose clamps, see the Torque Specifications section in this publication.

After Replacing Hoses

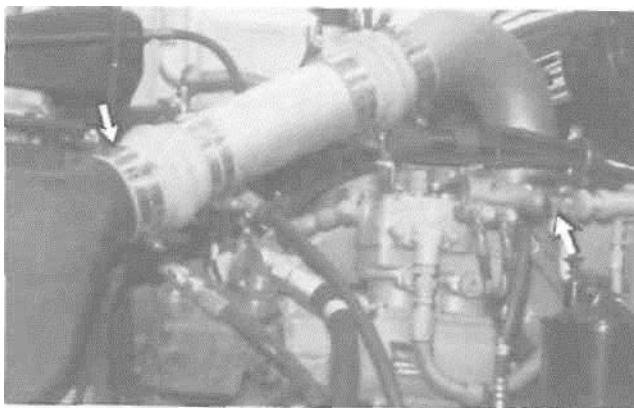
1. Add coolant mixture to the cooling system. Bring it to the proper level by mixing a solution of acceptable water and Caterpillar Antifreeze. Test for supplemental additive concentration. Add proper amount, or if equipped with a coolant additive

element, install the appropriate element ONLY if using another type of antifreeze.

2. Install the filler cap.
3. Start the engine and inspect for leaks.
4. Check water temperature gauge for proper operating temperature.

ALR-TO-AIR AFTERCOOLER SYSTEM

1. Caterpillar discourages the use of winter fronts or other air flow restriction devices mounted in front of radiators with air-to-air aftercooled engines. Air flow restriction can cause higher exhaust temperatures, power loss, excessive fan usage and a reduction in fuel economy.
2. A slight reduction in power or response, or a small increase in exhaust temperature, may indicate a small air leak in the charge air cooler core or piping.
3. An aftercooler hose, gasket or duct failure, or significant system leak will cause a large drop in boost pressure and power. The engine can be operated at this power level long enough to reach a safe stop or repair area. Sustained operation under this condition should be avoided.

Inspect /Check

Inspect all air ducting and gasket connections at each oil change. Constant torque hose clamps should be used to secure the ducting. Tighten these clamps until the spring is at least partially compressed. (Check with your OEM manufacturer or the Torque Specifications section of this manual for the appropriate torque specifications.)

PM LEVEL 2

You must read and understand the warnings and instructions contained in the Safety section of this manual, before performing any operation or maintenance procedures.

All PM Level 2 maintenance is to be performed at the intervals specified in the Maintenance Management Schedule for the power rating of the engine being maintained.

Before proceeding with PM Level 2 maintenance, perform all PM Level 1 and Daily maintenance requirements.

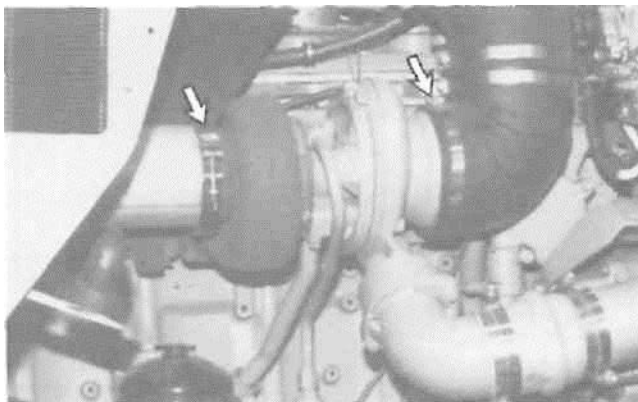
1. Engine

Steam Clean

NOTICE Accumulated grease and oil on an engine is a fire hazard. Keep your engine clean. Remove debris and fluid spills each time a significant quantity accumulates on the engine.

Steam cleaning the engine is a recommended preventive maintenance practice. It provides for easy detection of oil and coolant leaks. Repairing an oil or coolant leak upon detection may save money by avoidance of major repairs that could result from low oil or coolant levels.

Steam cleaning the engine as recommended will also improve the engine's heat transfer characteristics which can improve engine efficiency.

2. Turbocharger

Gambar Turbo Charger

1. Remove the exhaust outlet piping and inlet piping from the turbocharger.

2. Turn the turbine and compressor wheel by hand.

3. The assembly should turn freely.

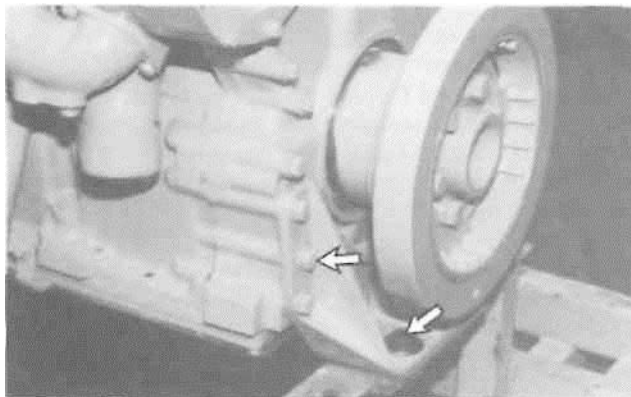
4. Inspect the turbine wheel and compressor wheel for contact with the turbocharger housing.

5. There should NOT be any visible signs of contact between the turbine or compressor wheel and the turbocharger housing.

6. NOTE: When installing or replacing V-band clamps, position the gap (tightening screw) down if possible so any water will drain away.

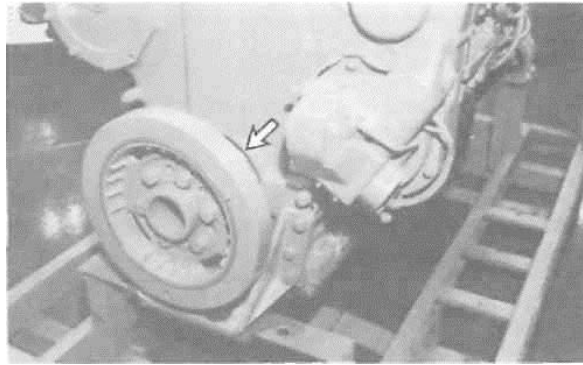
7. Visually check for oil leaks.

3. Engine Mounts

Inspect/Check

Gabar Mounting

Caterpillar recommends inspecting the engine mounts for proper bolt torque. This will prevent excessive engine vibration caused from deterioration and/or improper mounting. See your Service Manual or OEM truck manufacturer for recommended torque values

Vibration Damper

Inspect/Check

Gambar……Vibration damper.

Damage to, or failure of, the damper will increase torsional vibrations and result in damage to the crankshaft and other engine components. A deteriorating vibration damper will cause excessive gear train noise at variable points in the speed range

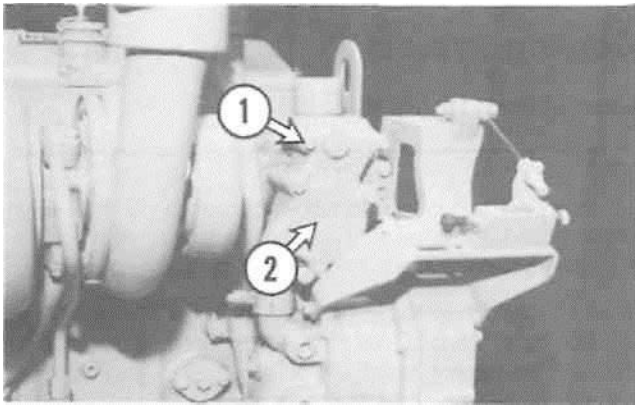
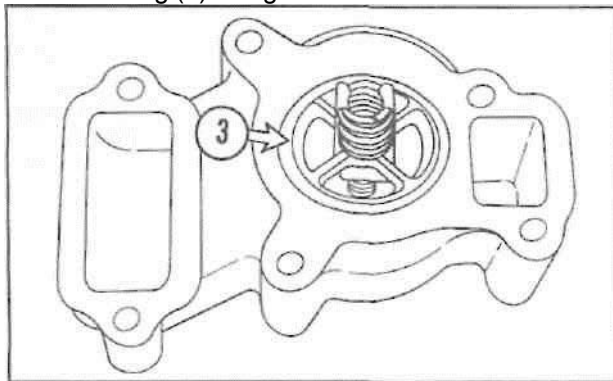
4. Air Compressor

1. Release the air pressure in the air tank until the air pressure is zero.
2. Remove discharge fittings and inspect compressor discharge port and discharge line for excessive carbon deposits. The discharge line must be cleaned or replaced and the compressor checked more thoroughly if there is excessive carbon build-up in either the discharge line or compressor discharge port.

5. Thermostat

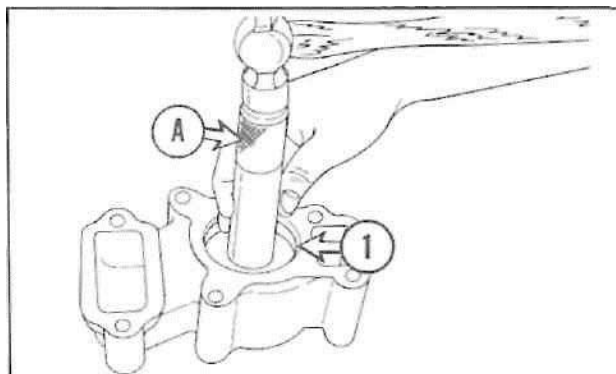
Replace Thermostat, Gaskets and Seal

Replacing your thermostat prior to failure is a recommended preventive maintenance practice because it reduces the chances for unscheduled downtime. Failure to replace the thermostat on a regularly scheduled basis could cause severe engine damage and added cost because of damage to other engine components.

1. Stop the engine and allow to cool. Loosen the coolant filler cap slowly to relieve any pressure and remove the cap.
2. Drain the coolant from the cooling system to a level below the thermostat housing.

3. Remove six bolts (1) that fasten the thermostat housing to the cylinder head and remove thermostat housing (2) and gaskets

4. Remove thermostat (3) from the housing

5. Remove lip-type seal (4) from the housing. Use tooling [Slide Hammer Puller (1P0074), Bearing Cup Puller Attachment (8B7554) and Leg (7S7786)] to remove seal from the housing

6. Replace thermostat, gaskets and seal.

Install Thermostat

1. Install lip-type seal (1) in housing with tooling (A) [Driver Group (1P0510)]. Install the seal with the lip of the seal away from the thermostat

2. Install thermostat (2) in the housing as shown.

3. Put the new gaskets in position between the regulator manifold and the thermostat housing. Install thermostat housing (3).

4. Add coolant to the cooling system to bring it to the proper level by mixing a solution of acceptable water, Caterpillar Antifreeze or equivalent. If NOT using Caterpillar Antifreeze, add supplemental coolant additive, or if equipped with a coolant additive element, *install* the appropriate element.

Start the engine and inspect for leaks and proper operating temperature.

PM LEVEL 3

Sebelum melaksanakan pemeeliharaan level 3, maka pemeliharaan sebelumnya harus dilakukan seperti PM levl 1 dan 2 juga PM Harian.

1. Fuel Injection Nozzles
2. Air Compressor
3. Turbocharger
4. Valve Lash
5. Rack Position, Timing Position, and Throttle Position Sensor Calibration
6. Top End Overhaul

DAFTAR PUSTAKA

Intermediate Engine System Panduan Siswa. Training centre Cilengsi.

Management Alat Berat, Panduan siswa Training centre Cilengsi

Operation and Maintenance Manual 311B and 312B Excavator. SEBU 6974 1996

Operation and Maintenance Manual 928 F Wheel Loader

Operation and Maintenance Manual 3406B PEEC Diesel Truck Engine